Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía

LIBROS DE TEXTO PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS



Héctor O. TROIANI
Aníbal O. PRINA
Walter A. MUIÑO
María A. TAMAME
Laura BEINTICINCO

EdUNLPam

[2017] LIBROS DE TEXTO PARA **ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía

Héctor O. Troiani
Aníbal O. Prina
Walter A. Muiño
María A. Tamame
Laura Beinticinco

Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía / Héctor O. Troiani ... [et al.]. - 1a ed. - Santa Rosa : Universidad Nacional de La Pampa, 2017.
326 p. ; 25 x 18 cm.

ISBN 978-950-863-321-7

1. Botánica. 2. Morfología. I. Troiani, Héctor O.
CDD 580

LIBROS DE TEXTO PARA **ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía

Héctor O. Troiani, Aníbal O. Prina, Walter A. Muiño, María A. Tamame y Laura Beinticinco

Diciembre de 2017, Santa Rosa, La Pampa

Edición: Melina Caraballo

Diseño y Maquetado: DCV Gabriela Hernández (Dpto. de Diseño-UNLPam)

Impreso en Argentina
ISBN 978-950-863-321-7

EdUNLPam - Año 2017
Cnel. Gil 353 PB - CP L6300DUG
SANTA ROSA - La Pampa - Argentina

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 9
CAPÍTULO 1. Organización de las plantas vasculares 11
CAPÍTULO 2. Raíz 17
CAPÍTULO 3. Vástago 43
Tallo 44
Hoja 86
CAPÍTULO 4. Flor 113
CAPÍTULO 5. Fruto 155
CAPÍTULO 6. Reproducción de las plantas 175
Fecundación 191
Semilla 197
Plántulas 211
Nociones de biología floral 220
Polinización 224
Dispersión o diseminación 235
CAPÍTULO 7. Sistemática y nomenclatura 245
CAPÍTULO 8. Fitogeografía de argentina 259
CAPÍTULO 9. Glosario de términos botánicos 273
BIBLIOGRAFÍA 319

INTRODUCCIÓN

La obra que aquí presentamos es un libro especialmente adaptado a las necesidades del cursado del espacio curricular Botánica, de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, aunque la forma de abordaje de los temas permiten su utilidad como libro de texto para cualquier estudiante universitario de carreras afines. En definitiva, está dirigido a estudiantes universitarios de Agronomía, Biología y carreras afines en las que la Botánica es un espacio curricular básico.

En los capítulos 1 a 6 se aborda la temática inherente al conocimiento general de las plantas en cuanto a sus aspectos morfológicos, organización del cormo, organografía, adaptaciones y modificaciones de cada uno de los órganos de las plantas, estructuras vegetativas y reproductivas y sus funciones; así como formas de reproducción, polinización, fecundación, formación de semillas y dispersión de diásporas. En todos los casos se ilustran con gráficos y fotografías y, en la medida de lo posible, con ejemplos regionales.

En el capítulo 7 se exponen aspectos teóricos de la sistemática de las plantas, concepto y objetivos, para continuar con aquellos referidos a la denominación científica de las plantas, las normas en que se basa la nomenclatura botánica, basada en el Código Internacional de Nomenclatura Botánica y el método del tipo. Se describen las categorías taxonómicas supra e infraespecíficas, se desarrolla el concepto de especie biológica, su denominación y las reglas a seguir para describir una nueva especie y establecer su validez.

En el capítulo 8 se da una perspectiva de la fitogeografía, con una descripción somera de las grandes regiones fitogeográficas del planeta, para luego abordar la fitogeografía del territorio de la República Argentina con un enfoque clásico, complementado y actualizado con los nuevos aportes. En cada caso se indican las especies vegetales dominantes de cada región fitogeográfica, el tipo de formación vegetal predominante y se ofrece una lista de las principales especies acompañantes.

A continuación, se ofrece un glosario de términos botánicos utilizados en el desarrollo de la obra, lo que permitirá a los lectores un acceso

rápido y sencillo al significado de cada uno de ellos. Para finalizar, se brinda un listado bibliográfico de obras clásicas y artículos especializados utilizados como consulta para la elaboración del presente libro.

Los autores agradecemos a todos aquellos que directa o indirectamente, a través de sus sugerencias y aportes, colaboraron en la concreción de esta obra, que esperamos se convierta en una herramienta útil y amena para estudiantes y docentes a la hora de abordar el apasionante estudio de las plantas.

CAPÍTULO 1

Organización de las plantas vasculares

Iniciaremos este capítulo analizando el concepto de planta (*Plantae*), grupo de organismos objeto de este trabajo, considerando que se trata sin dudas, de un concepto ambiguo. Si nos remontamos a la antigua definición de "Reino Vegetal" (*Regnum Vegetabile*), este era sumamente amplio e incluía también a las Algas y los Hongos tal como lo consideraba Jussieu a finales del siglo XVIII incluyendo grupos claramente polifiléticos. En ulteriores aproximaciones se restringió más el grupo Planta incluyendo solo aquellos grupos con relaciones filogenéticamente cercanas. Tal es el caso de Withaker (1959) quien propuso la teoría de los 5 reinos (Monera, Fungi, Protista, Animalia y Plantae). En este caso se incluye a todos los organismos fotosintéticos multicelulares, plantas terrestres y algas verdes, pero debido a que su clasificación se basaba en los modos de nutrición, incluyó también en el Reino Plantae a las que hoy se denominan algas rojas y algas pardas. En 1971, Margulis modifica la propuesta de Withaker y excluye a las algas, incluidas las verdes, del Reino Plantae y crea el Reino Protistae, dejando en el Reino Plantae exclusivamente a las plantas terrestres. Los estudios de Cavalier y Smith (1998) basaron la clasificación en la aparición de la "primera célula vegetal" que se habría producido por una simbiosis entre un protozoo heterótrofo y una cianobacteria, considerada como la *Primoplantae* o primer organismo eucariota y fotosintético y que constituiría un clado monofilético con las algas rojas, plantas verdes y glaucófitas incluyéndolas en el Reino Plantae.

Con los métodos de análisis actuales se han resuelto de alguna manera las relaciones filogenéticas de las plantas terrestres con las algas, de esta manera todo lo que conocemos como plantas terrestres y algas (algas verdes, algas rojas y glaucófitas), cuentan con un ancestro común, el primer eucariota que incorporó el primer cloroplasto sobre la Tierra,

en un proceso que se describió en el párrafo anterior. Esta agrupación de organismos es lo que se reconoce hoy como Plantae por muchos científicos. En este libro nos dedicaremos a analizar exclusivamente a las plantas terrestres y más precisamente a las plantas vasculares, con énfasis en las plantas con flores o Angiospermas.

¿Qué es una planta vascular?

Las plantas son cormófitos (del latín, cormo = tronco, fito = planta), o sea, plantas que presentan cormo, esto es un eje constituido por la raíz y el vástago, éste generalmente diferenciado en tallo y hojas. Dentro de los cormófitos se incluyen a los pteridófitos (pteris = una especie de helecho) que abarcan helechos y plantas afines y a los espermatófitos (esperma = semilla, fito = planta) o sea las plantas que se reproducen mediante semillas. Los espermatófitos a su vez, comprenden las gimnospermas (gimno = desnudo, esperma = semilla), que abarcan las coníferas como los pinos y plantas afines, que presentan las semillas al descubierto y no forman verdaderas flores y las angiospermas (angio = vaso o recipiente, esperma = semilla) que tienen las semillas encerradas en el ovario (o sea que cuando las semillas maduran están dentro del fruto) y forman verdaderas flores. Las angiospermas a su vez, comprenden las dicotiledóneas y las monocotiledóneas.

Las plantas presentan una serie de características comunes que se pueden resumir así:

- Son organismos vivos, con todas las características de tales, adaptados a la vida terrestre, esto es, capaces de absorber agua del suelo; para ello diferencian el cormo (o sea su cuerpo) en una parte subterránea, la raíz cuya función fundamental es la absorción de agua y sales disueltas en ella y una parte aérea, el vástago con funciones de fotosíntesis, reproducción, etc. Unas pocas especies se han adaptado secundariamente a la vida acuática como la "lentejita de agua" (*Lemna gibba*), el "camalote" (*Eichhornia azurea*), la "gambarusa" (*Myriophyllum quitense*), etc.; otras son epífitas (epi = sobre, fito = planta) y viven sobre otras plantas como el "clavel del aire" (*Tillandsia* sp.), orquídeas y también existen parásitas como la "cuscuta" (*Cuscuta* sp.)
- Son organismos autotróficos, es decir, toman la energía de la luz solar y mediante el proceso de fotosíntesis la transforman en energía química (azúcares). Para ello el vástago se diferencia en hojas (órganos planos destinados a la captación y transformación de la energía solar) y tallos que sostienen y distribuyen las hojas

y sirven de nexo con la raíz. Las plantas parásitas carentes de clorofila han perdido esta propiedad.

- Se reproducen por semillas (excepto los pteridófitos), o sea sexualmente, ya que el embrión de la semilla, como se verá, es de origen sexual. Algunas plantas han perdido la reproducción sexual y se reproducen asexualmente o, lo más frecuente, utilizan la reproducción asexual como alternativa.
- El cormo o cuerpo de las plantas está constituido por células con paredes rígidas, celulósicas, no móviles. Consecuencia: la inmovilidad total que las expone a la radiación solar, las bajas temperaturas, la falta de humedad en el suelo o en el aire, etc. Viven en un ambiente que pueden modificar muy poco.
- Las plantas tienen crecimiento indefinido en raíces y tallos (crecen durante toda la vida de la planta), no así las hojas que casi siempre tienen crecimiento definido y vida limitada.

Los órganos de una planta vascular

A pesar de la gran diversidad morfológica que se puede observar en las plantas, los órganos que las componen se reducen a tres (Fig. 1.1):

Raíz: es el órgano subterráneo, con gravitropismo positivo y con funciones de absorción de agua y sales disueltas, y de su conducción hacia el tallo, conducción de los fotosintatos desde el tallo hasta las zonas de crecimiento, y anclaje o fijación de la planta al suelo. También puede ser un órgano de acumulación de reservas en forma de hidratos de carbono complejos (casi siempre almidón) o de reproducción asexual (raíces gemíferas). Para cumplir eficientemente con estas funciones adopta la forma cilíndrica y se ramifica profusamente. Las ramificaciones en la raíz son de origen endógeno (a partir del periciclo como se verá). El crecimiento primario se debe al meristema apical y pueden presentar crecimiento secundario

Tallo: es un órgano aéreo, con gravitropismo negativo, que sirve de nexo entre la raíz y las hojas y con funciones de conducción del agua y sales desde la raíz hasta las hojas, conducción de fotosintatos por las hojas hasta las zonas de reserva o de utilización (raíz, algunas zonas del propio tallo, semillas, frutos y zonas de crecimiento), sostén y distribución de las hojas, flores y frutos, reserva y fotosíntesis en tallos jóvenes y verdes. Además, es el órgano que participa en mayor medida en la reproducción asexual. Adopta la forma cilíndrica y generalmente ramifica mucho. Las ramificaciones en el tallo se originan en las yemas axilares,

es decir, tienen origen exógeno. El crecimiento primario se debe al meristema apical (yema apical) y pueden presentar crecimiento secundario.

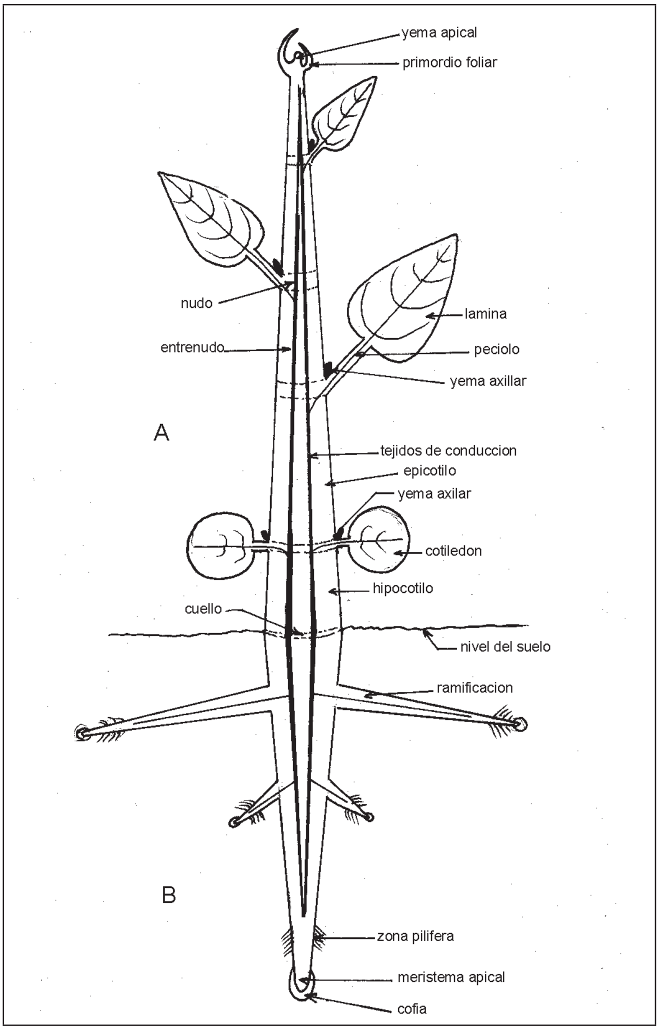


Fig. 1.1: Esquema general de los órganos de una planta vascular. A: Vástago (Tallo y hojas). B: Raíz. El cuello es la zona de pasaje de raíz a tallo. Debajo del suelo se esquematiza la raíz como eje central y sus ramificaciones. Sobre el mismo el vástago integrado por el tallo como eje central y las hojas como órganos planos; en las hojas se diferencia las embrionarias (cotiledones) de las adultas.

Hojas: son órganos aéreos cuya función principal es la fotosíntesis, recibe agua y sales desde el tallo y con la energía que capta de la luz solar la transforma en fotosintatos, es decir, acumula esa energía en forma de hidratos de carbono que abandonan la hoja hacia las zonas de uso o de reserva. En esta función se produce un intenso intercambio gaseoso con el ambiente a través de estructuras especiales, los estomas, por donde penetra el CO_2 utilizado en la fotosíntesis y sale el remanente de O_2. También actúan en la regulación de la temperatura del cuerpo de las plantas mediante la transpiración. Para absorber grandes cantidades de

luz solar adoptan la forma plana, es decir, son órganos laminares con gran superficie. Las hojas tienen estructura primaria, son de vida limitada y carecen de crecimiento apical.

Analogía y homología de órganos

Ya se ha indicado que una planta está constituida solo por tres órganos diferentes. ¿Cómo explicar entonces la gran diversidad morfológica existente en las plantas? ¿Qué son los sépalos, los pétalos, los estambres o los carpelos en una flor? ¿Qué son los zarcillos o las espinas?. Se puede explicar por la gran variabilidad morfológica que pueden adoptar estos órganos: por ejemplo, raíces epigeas de las plantas epífitas, tallos subterráneos como los rizomas o los tubérculos, plantas áfilas (a = sin, filo = hoja) etc.; pero además, es necesario recurrir a los conceptos de analogía y homología de órganos.

Analogía: se dice que dos órganos son análogos cuando son semejantes o parecidos entre sí por su morfología y su funcionamiento, pero difieren en su origen. Por ejemplo: las raquetas de las tunas (*Opuntia* sp.), son aplanadas y verdes, es decir son fotosintetizadoras, son similares por su forma y función a una hoja; pero analizadas detenidamente se puede apreciar que tienen yemas en una filotaxis definida y algunas de esas yemas producen flores y frutos, es decir, son tallos aplanados similares a hojas; por esta razón se dicen análogos a una hoja normal y reciben el nombres de cladodios. Lo mismo ocurre con los tallos aplanados del "helecho mosquito" (*Ruscus* sp.) o los tallitos filiformes del "espárrago" (*Asparagus officinalis*) o del "helecho pluma" (*Asparagus plumosus*); en estos casos, como son ramitas de crecimiento definido (braquiblastos) suelen llamárselos filóclados.

Homología: se dice que dos órganos son homólogos cuando a pesar de tener el mismo origen, pueden adoptar formas y funciones muy diferentes; en nuestro ejemplo anterior los cladodios y los filóclados son homólogos a tallos, ya que son tallos por su origen pero tienen formas y funciones diferentes a las de un tallo típico. De la misma manera los sépalos, los pétalos, los estambres y los carpelos de una flor son homólogos a hojas, ya que son de origen foliar pero con funciones muy diferentes a una hoja normal.

Los zarcillos pueden ser de naturaleza caulinar, o sea homólogos a un tallo (zarcillos caulinares), por ejemplo, los zarcillos de la "vid" (*Vitis vinifera*) o del "mburucuyá" o "pasionaria" (*Passiflora coerulea*) o pueden

ser homólogos a una hoja (zarcillos foliares), por ejemplo, los zarcillos de la “vicia” (*Vicia* sp.) o de las “arvejillas” (*Lathyrus* sp.).

De manera semejante las espinas pueden ser tallos modificados (espinas caulinares que son homólogas a un tallo) por ejemplo, las espinas del “piquillín” (*Condalia microphylla*), de la “acacia negra” (*Gleditzia triacanthos*) o de los “molles” (*Schinus* sp.); o pueden ser hojas o partes de hojas modificadas (y entonces homólogos a una hoja), por ejemplo las espinas estipulares del “caldén” (*Prosopis caldenia*), del “algarrobo” (*Prosopis flexuosa*) o de la “acacia blanca” (*Robinia pseudoacacia*) que son estípulas transformadas en espinas.

Reproducción de las plantas

Si bien este tema se abordará con mayor profundidad en el capítulo 5, damos aquí una breve introducción al tema.

Las plantas pueden reproducirse de dos maneras bien diferentes: de forma sexual y asexual. Por vía sexual y recurriendo a la semilla. Esta forma de reproducción se denomina sexual porque implica la unión de dos gametas una masculina (el anterozoide) y otra femenina (la oosfera), para formar el cigoto. Esta primera célula diploide por sucesivas mitosis y en un proceso denominado embriogénesis (de embrión y génesis =origen) origina el embrión de la semilla, que es una planta potencial. Esta vía de reproducción implica gran variabilidad genética en el nuevo individuo con respecto a sus progenitores, esa variabilidad ocurre en el proceso de meiosis para originar las gametas y en el proceso de conjugación posterior (unión de las gametas). Esta forma de reproducción es la más común de todos los espermatófitos. Por vía asexual (también llamada agámica) y recurriendo a cualquier órgano que origine yemas capaces de originar un nuevo individuo. Lo corriente es recurrir a tallos, pero también pueden ser raíces y aún hojas. Como no existe formación de gametas no hay variabilidad en los nuevos individuos, son clones. Existen muchas formas de reproducción asexual, incluyendo las técnicas de micropropagación.

CAPÍTULO 2

Raíz

Raíces y suelo

El ambiente en el que se desarrollan las raíces dentro del suelo podemos denominarlo ambiente radical y presenta muchas particularidades que es necesario tener presente antes de comenzar con el estudio propio de la raíz; algunos conceptos previos para analizar son los siguientes:

La raíz es un **órgano subterráneo** ya que presenta gravitropismo positivo (con excepciones en plantas epífitas y plantas flotantes y otras raíces que estudiaremos como raíces modificadas). Además, la raíz presenta crecimiento indefinido, tiene simetría radiada; crece dentro del suelo e interacciona con él modificándolo física y químicamente. La mayor modificación física está dada por la incorporación de materia orgánica al suelo que constituye el humus (la fracción orgánica del suelo que los torna aptos para la agricultura). Esta incorporación de materia orgánica alrededor de las raíces forma la rizósfera y se produce de varias maneras. Por un lado, por las células muertas de las raíces que formadas por la caliptra se incorporan al suelo, por los mucílagos que secretan los pelos radicales hacia el suelo y por las raíces que mueren por envejecimiento o muerte de la planta. Las modificaciones químicas están dadas por varios factores que permiten un intercambio permanente de elementos químicos entre la planta y el suelo entre ellos: la absorción de nutrientes por parte de las plantas, la devolución de algunos nutrientes cuando la planta muere y la incorporación de algún elemento como el N por parte de plantas simbióticas como las leguminosas.

Existe una relación entre la parte aérea y la subterránea; la raíz generalmente representa el **50% del peso total de la planta**, aunque existen grandes fluctuaciones, especialmente relacionadas con la defoliación (pastoreo o sequías graves). En efecto, si analizamos un árbol cualquiera, seguramente el peso entre la parte aérea y la subterránea estarán más o menos equilibrados; pero si analizamos una planta de alfalfa de tres

o cuatro años, la parte subterránea será mucho más importante que la parte aérea ya que ésta es permanentemente disminuida por el pastoreo o porque muere en invierno por las heladas. En las plántulas casi siempre el sistema subterráneo es mayor que el aéreo. En contraposición las Cactáceas presentan un desarrollo radical particularmente débil. Como ejemplo podemos analizar el caso de un roble que presenta una parte aérea de 20 m de altura y 10 m de diámetro, en tanto que el sistema radical es de 5 m de profundidad y 20 m de diámetro; evidentemente se necesita ese volumen de suelo explorado para abastecer de agua y minerales a esta estructura aérea. El suelo está constituido por una parte sólida en forma de partículas (distintas proporciones de arena, limo. arcilla y materia orgánica) y otra parte hueca o poros que son explorados por las raíces en su crecimiento, estos poros contienen agua con minerales disueltos y aire. El agua del suelo con los minerales disueltos es absorbida por las raíces, de esta manera las plantas obtienen la mayoría de los elementos esenciales (nutrición mineral). Los minerales en forma de sales constituyen los nutrientes, entre los macronutrientes (C, H, O, N) sólo el Carbono (C) no es absorbido por esta vía (lo absorben las hojas en forma de CO2), los micronutrientes penetran por las raíces disueltos en agua.

El agua y las sales disueltas son transportadas por las raíces y luego por los tallos hasta las hojas, donde por el proceso de fotosíntesis se transforma en fotosintatos, que contienen la energía necesaria para que todas las células de la planta puedan cumplir con todas sus funciones. El exceso de fotosintatos puede ser acumulado por las células como sustancias de reserva. Las células de las raíces en general carecen de clorofila y no reciben luz solar, de manera que deben ser nutridas por la parte aérea, o sea, son demandantes de los productos de la fotosíntesis.

Origen de las raíces

En los espermatofitos, o sea en las plantas productoras de semillas, el origen de la raíz es a partir de la radícula (ver tema “Reproducción de las plantas”); sin embargo, en los pteridófitos que no se reproducen mediante semillas el origen de las raíces es diferente. Por otra parte, la raíz originada en la radícula puede ser reemplazada por otras raíces según su origen. De acuerdo con el lugar donde se originan las raíces, se las puede clasificar de la siguiente manera:

Raíz radicular (también llamada principal o primaria). Es única y se origina en la radícula del embrión. En las dicotiledóneas dura toda la vida de la planta, acompañada o no por raíces adventicias, en cambio, en

las monocotiledóneas (especialmente en las gramíneas) suele ser de vida efímera y es reemplazada por raíces adventicias.

Raíces adventicias: son generalmente varias y se originan de lugares diferentes a la radícula. Según esos lugares pueden ser:

Seminales o embrionales: cuando se originan en las primeras etapas de la germinación de la semilla, o sea en estado de plántula; ya hemos visto que en las gramíneas son frecuentes las raíces que nacen del nudo cotiledonar, del mesocótilo y del nudo coleoptilar.

Radicales: cuando se originan sobre raíces viejas y con crecimiento secundario. Cuando se utilizan trozos de raíz para multiplicar una planta, las raíces que se originan, así como sus yemas, tienen origen adventicio.

Caulinares o caulógenas: son raíces que nacen de los tallos, generalmente de sus nudos, pero también pueden nacer de los entrenudos. Todas las plantas que se reproducen vegetativamente presentan raíces adventicias (estacas, acodos, estolones, rizomas y bulbos). La producción de raíces adventicias caulinares se puede estimular mediante la producción de incisiones que afecten la zona liberiana del mismo y/o mediante la aplicación de hormonas de enraizamiento. Las gramíneas suelen presentar un verticilo de raíces adventicias en sus nudos basales, esto se observa perfectamente en las llamadas raíces fúlcreas del maíz. Fig.2.1.

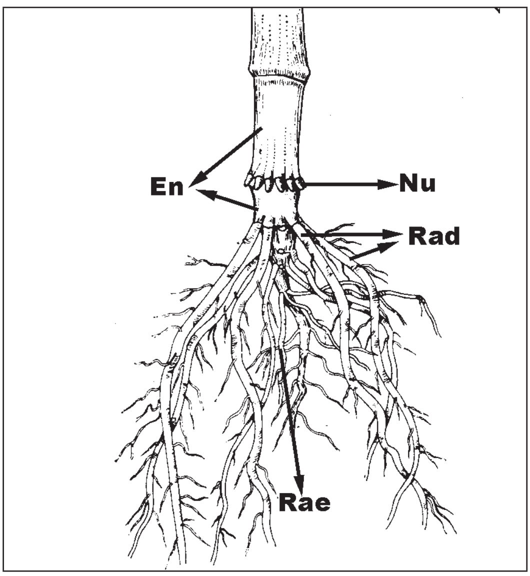


Fig. 2.1: Raíces adventicias en maíz.
Se observan las raíces adventicias (**Rad**) bien desarrolladas en el nudo basal que reemplazarán a las raíces embrionales (**Rae**) que comienzan a envejecer, un nudo superior (**Nu**) que comienza a forma raíces adventicias y dos entrenudos basales (**En**).

Las raíces adventicias radicales y caulinares tienen origen endógeno (aunque existen ejemplos de origen exógeno). En las raíces viejas se originan por lo común a partir del periciclo. En los tallos casi siempre tienen

su origen en la vecindad de los tejidos vasculares, a partir de células de los radios medulares o del cambium y aún del floema y de la médula. Si los tallos son jóvenes el origen es más periférico (pero siempre dentro del cilindro central) y si son más viejos el origen es más profundo.

Foliares: son raíces originadas por las hojas; por ejemplo, al utilizar una hoja de begonia (*Begonia* ssp.) para su multiplicación, se originan yemas y raíces adventicias sobre la misma; las yemas tienen origen superficial a partir de células epidérmicas que reembrionizan, en cambio, las raíces tienen origen más profundo, a partir de células cercanas al floema, que también reembrionizan.

Los pteridófitos (helechos y Licofitas sin semilla) tienen solamente un sistema adventicio de raíces, ya que en ellos no existe una radícula que sea continuidad del eje caulinar.

El conjunto de raíces de una planta, independientemente de su origen, constituye el **sistema radical** de la misma; es característico en su morfología, desarrollo, profundización, etc. de cada especie; pero es altamente influenciado por las propiedades físicas del suelo y la disposición y distribución de la humedad del mismo.

El exterior de las raíces (zonas)

En una raíz con crecimiento primario se pueden distinguir, a partir del extremo más alejado del tallo, las siguientes zonas: Fig. 2.2.

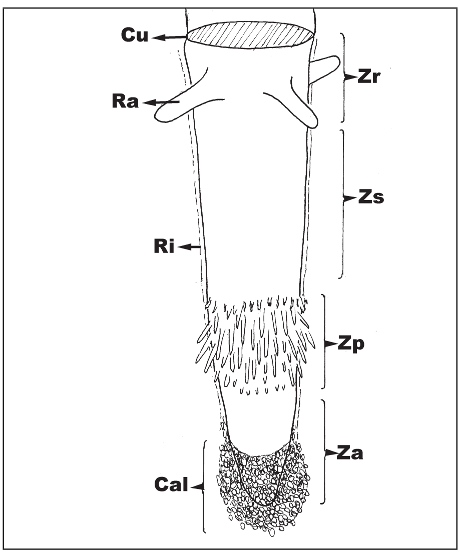


Fig. 2.2: Zonas de la raíz.
Cal: Caliptra, **Cu**: Cuello, **Ra**; Ramificaciones de la raíz, **Ri**: Rizodermis, **Za**: Zona apical, **Zr**: Zona de ramificaciones, **Zs**: Zona suberificada, **Zp**: Zona pilífera

Caliptra (= cubierta), **cofia o pilorriza** (pilo = casquete, ríza = raíz). Es un estuche o dedal protector de la zona meristemática de la raíz formado por un tejido de células que se renuevan constantemente, originadas por el meristema apical, que gelatinizan sus paredes y actúan como lubricantes en la penetración de la raíz en el suelo. Las células de la caliptra más viejas (las del extremo y los laterales) van muriendo y contribuyen de esta manera a formar una capa de suelo rica en materia orgánica, que rodea las raíces, denominada **rizosfera**.

Por otra parte, algunas células de la caliptra denominadas **estatocistes** contienen gránulos de almidón particulares, los **estatolitos**, capaces de percibir la fuerza gravitatoria y orientar el crecimiento de la raíz en ese sentido (gravitropismo positivo). Fig. 2.3.

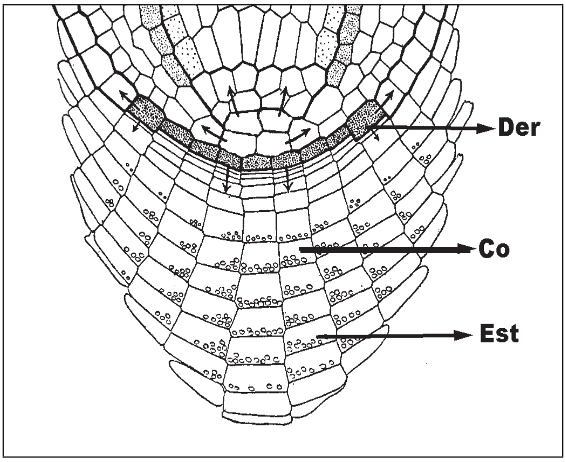


Fig.2.3: Estatocistes y estatolitos en una dicotiledónea.
Se muestra un corte longitudinal de la raíz en la zona de la cofia (**Co**) muy idealizado. Se observan estatocistes **(Est)** con estatolitos acumulados hacia la pared inferior.
Las células punteadas constituyen el dermatógeno **(Der)**, el meristema formador de la epidermis y de la cofia.
Las flechas señalan el sentido de las divisiones celulares.

Zona apical: es la zona interna rodeada por la caliptra que contiene el meristema apical y las células derivadas del mismo; generalmente ocupa menos de 1 a 10 mm de longitud. Se pueden diferenciar en ella las siguientes zonas:

1. **Zona meristemática** o de división celular: en esta zona se encuentran los histógenos de la raíz, o sea, las células que están en continua mitosis aumentando el número de células.
2. **Zona de alargamiento** o de elongación celular: las células originadas por los histógenos aumentan de tamaño y van cambiando de forma según el lugar en que se encuentran provocando el crecimiento de la raíz en longitud y en diámetro.
3. **Zona de maduración** o diferenciación celular: las células adquieren la forma definitiva de un tejido adulto y pasan a cumplir una función definida dentro del cuerpo de la raíz; así por ejemplo,

las células exteriores que forman la epidermis adquieren formas planas, como baldosas, y forman los pelos absorbentes.

Zona pilífera o **de los pelos absorbentes** (también llamados pelos radicales): en esta zona la epidermis llamada **rizodermis** forma los pelos absorbentes como prolongaciones a modo de dedos que se introducen entre las partículas del suelo absorbiendo agua en la medida que crecen. Esta zona se reconoce desde el exterior de la raíz y comienza ya en la zona de maduración. En las dicotiledóneas todas las células epidérmicas forman pelos; en cambio en las monocotiledóneas la rizodermis está formada por un mosaico de células que forman pelos y se llaman **tricoblastos** y células que no lo hacen denominadas **atricoblastos**. Las células que forman pelos absorbentes son muy vacuolizadas y ubican su núcleo en el extremo del pelo, sus paredes celulares son primarias y delgadas y están débilmente cutinizadas o no lo están. A la madurez suelen presentar un gran vacuolo central con el citoplasma limitado a la región parietal. Los pelos pueden tener varios mm de longitud, se van formando cerca del ápice (forma acrópeta) y a medida que crecen se introducen entre los poros del suelo sustrayendo el agua denominada capilar y aumentando el aire hasta que el agua es repuesta por la lluvia, finalmente mueren hacia la zona superior, de manera que la rizodermis se destruye. Fig. 2.4.

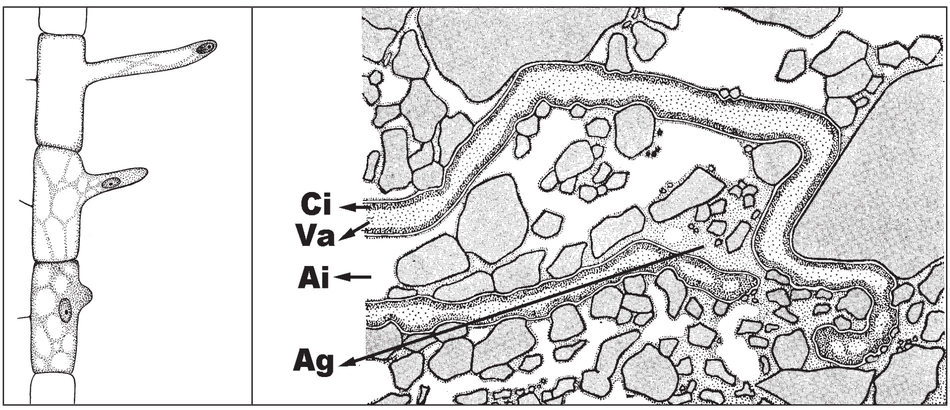


Fig. 2.4. Pelos absorbentes o radicales.
Izquierda: Tres etapas en la formación de un pelo desde abajo hacia arriba. Nótese la vacuolización (vacuolos en blanco) y la posición del núcleo.
Derecha: Dos pelos creciendo entre poros de las partículas de suelo con: un citoplasma parietal (**Ci**) y un gran vacuolo central (**Va**). En los poros de los extremos de los pelos aún queda agua capilar (**Ag**) (en punteado) pero en las cercanías de la raíz solo contienen aire (**Ai**) (en blanco).

La zona pilífera generalmente no presenta más que 1 cm de largo, ya que los pelos son de vida efímera (de 3 a 7 días) y cuando mueren,

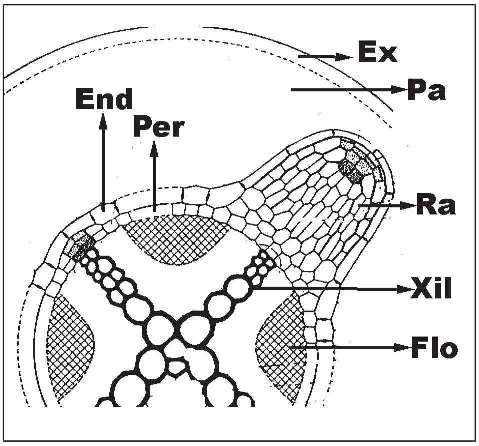
la raíz no absorbe más en esa zona. Esto quiere decir que la raíz solo absorbe en su extremo (en los últimos 1 a 2 cm) y para que ello ocurra, debe estar formando continuamente pelos absorbentes en crecimiento activo. Cuando un estrés hídrico (una sequía) provoca la detención del crecimiento, también se detiene la absorción. Como estrategia para incrementar la absorción y explorar completamente el suelo el sistema radical aumenta el número de ápices; lo hace ramificándose mucho en raíces de segundo y tercer orden, repitiendo en cada rama la estructura que estamos analizando para la raíz principal (como veremos en la zona de ramificaciones) o aumentando el número de raíces con la formación de raíces adventicias. Se forman pelos radicales para aumentar la superficie de absorción, ya que todas las células de la rizodermis son absorbentes, formen pelos o no. La cantidad de pelos radicales es variable según la especie y condiciones del suelo; la arveja (*Pisum savitum*) forma alrededor de 2000 pelos por mm cuadrado, en el extremo opuesto, las raíces de las plantas acuáticas suelen carecer de ellos. Como ejemplo, se ha calculado que una planta de centeno de 4 meses ha formado más de diez mil millones de pelos radicales con una superficie de 400 m2 y una longitud total (longitud de las raíces más la de los pelos absorbentes) de unos 10.000 Km.

Zona suberificada: cuando desaparece la capa pilífera por muerte de los pelos radicales, el estrato cortical situado inmediatamente debajo de ella pasa a cumplir la función de protección que dejó de cumplir la rizodermis y recibe el nombre de **exodermis**. Para cumplir con esta función, las células de la exodermis con una o más capas de células, suberifican más o menos intensamente sus paredes celulares; por esta razón, desde el exterior recibe el nombre de zona suberificada.

Zona de ramificaciones: ya en la zona suberificada y alejadas de la zona pilífera aparecen las ramificaciones primarias de la raíz, por esta razón a esa zona se la denomina zona de ramificaciones. Cada ramificación repite exactamente la estructura de la raíz primaria, pero no son perpendiculares al suelo como lo es la raíz primaria, sino que forman ángulos diversos hasta llegar a ser paralelas al mismo.

Las ramificaciones de la raíz tienen origen endógeno, se originan a partir de células del **periciclo**, o sea, de la capa más externa del cilindro central. Generalmente, frente a cordones del xilema en la mayoría de las dicotiledóneas o a los cordones de floema en muchas monocotiledóneas, las células del periciclo proliferan con divisiones tangenciales, formando una protuberancia que empuja a las células de la endodermis y se abre paso digiriendo las células del parénquima cortical hasta emerger de la raíz primaria. Fig. 2.5 y 2.6.

Fig. 2.5: **Ramificación de la raíz** en corte transversal.
La ramificación (**Ra**) se produce frente a un cordón de xilema (**Xil**) por proliferación de células del periciclo(**Per**) que empujan la endodermis (**End**) atravesando el parénquima cortical (**Pa**). Además se observa el floema (**Flo**) y la exodermis (**Ex**) que también es perforada por la ramificación.
Frente al cordón de xilema restante ya comienza otra proliferación de células del periciclo para iniciar otra ramificación.



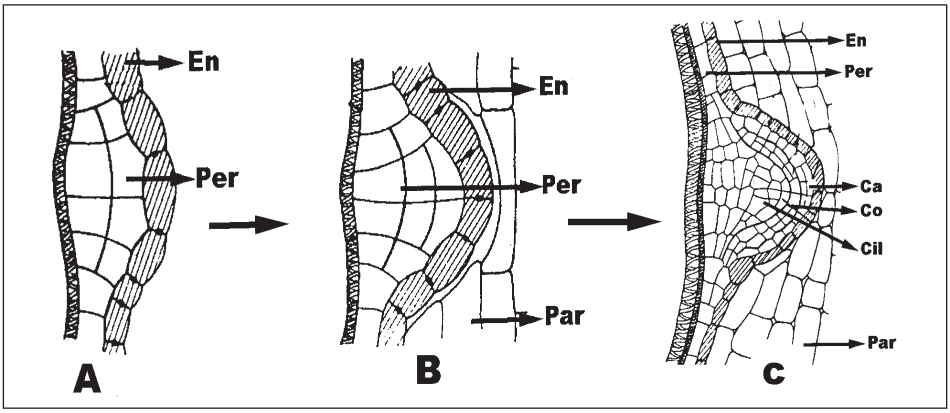


Fig. 2.6. **Etapas del desarrollo de una ramificación en la raíz** en corte longitudinal.
A: Las células del periciclo (**Per**) comienzan a dividirse formando un mamelón que empuja a la endodermis (**En**); **B**: Avanzan las divisiones del periciclo y el mamelón comienza a perforar el parénquima cortical de la raíz (**Par**); **C**: Ya se comienzan a distinguir la caliptra (**Ca**), la corteza (**Co**) y el cilindro central (**Cil**) de la nueva raíz.

Como las ramificaciones se originan frente a los cordones de xilema o de floema, siempre se disponen en hileras verticales llamadas **rizósticos** y se forman tantas hileras como cordones de xilema presenta la raíz, en el esquema de la Fig. 2.5, cuatro hileras. En las raíces diarcas (con solo dos polos de xilema) se suelen formar cuatro rizósticos, dos frente al xilema y dos frente al floema. Las ramificaciones de la raíz suelen ser llamadas raíces laterales o secundarias, terminología poco adecuada.

Cuello: es la zona de transición entre la raíz y el tallo cuya anatomía analizaremos más adelante.

Rizosfera

El ápice radical está revestido de una envoltura viscosa, constituida por mucílago (polisacáridos), que la protege contra microorganismos y sustancias nocivas y además la raíz la previene de la desecación. Esa envoltura viscosa se forma por la desintegración de las células de la caliptra y por las secreciones de los pelos radicales que actúan como verdaderas células secretoras. Más arriba de la zona pilífera esos exudados y células muertas mezclados con partículas de suelo forman una delgada capa que rodea las raíces (podemos referirla a unos 5 mm de espesor) denominada **rizosfera.** En esta zona la concentración de O disminuye, aumenta la de CO2, disminuye el pH, aumenta mucho la concentración de azúcares y aminoácidos y la humedad, ya que los mucílagos son muy ávidos de agua. Como resultado de estas modificaciones se produce un desarrollo extraordinario de microorganismos entre 10 y 100 veces mayor que en el resto del suelo. Todo este acumulo de materia orgánica, como el que aportan las raíces cuando mueren mejoran la calidad de los suelos agrícolas, aumentando su fertilidad. Además, las raíces cuando mueren, dejan canales que aumentan la aireación de los suelos sin necesidad de recurrir al laboreo. Esto es aprovechado por una práctica cultural muy actual que es la labranza cero. Un dato: Las raíces de una hectárea de maíz en tierra fértil pueden secretar hasta 1.000 metros cúbicos de mucílagos durante su crecimiento.

Morfología de las raíces (tipos de raíces)

De acuerdo a la forma que adquiere el sistema radical desarrollado y adulto en una planta, se distinguen dos tipos: Fig. 2.7.

Sistema **alorrítico** o **heterogéneo** (alo = distinto): en este caso existe una sola raíz derivada de la radícula, con un diámetro variable (raíces cónicas) con ramificaciones abundantes de hasta quinto orden y donde el eje primario es dominante y las ramificaciones siguen un orden jerárquico, esto es, las primarias son mayores que las secundarias y éstas que las terciarias, etc. Este sistema es propio de gimnospermas y dicotiledóneas. En el caso de estacas y acodos se pueden formar varias raíces de origen adventicio, pero siempre cónicas y muy ramificadas. En otros casos como en *Vicia*, la raíz radicular suele estar acompañada por raíces de origen adventicio, originadas desde el epicótilo (raíces caulinares), que también son alorríticas. El sistema alorrítico suele ser muy profundo y es capaz de explorar el suelo en superficie y en la profundidad, por ejemplo si llega a las proximidades de la napa freática.

Por su morfología este sistema también suele llamarse sistema **axonomorfo** (axon = eje) o **pivotante.**

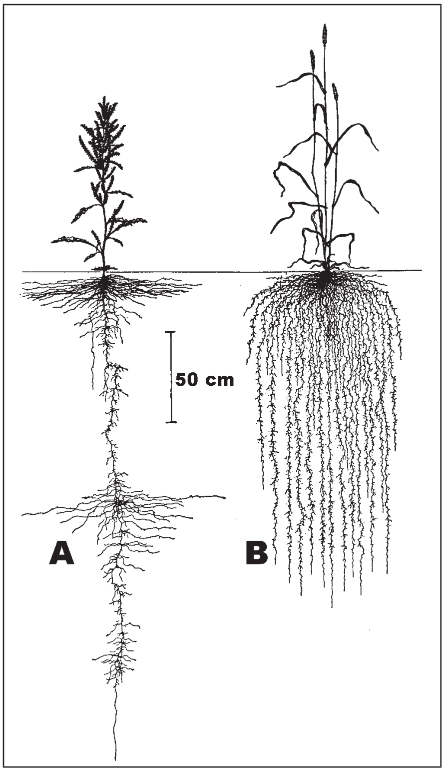


Fig. 2.7: **Sistemas radicales alorrítico (A) y homorrítico (B).**

Sistema **homorrítico** u **homogéneo** (homo = igual, ritico = raíz): En este caso el sistema radical está formado por un conjunto de raíces de igual rango y grosor homogéneo (raíces cilíndricas), con ramificaciones escasas o débiles. Este sistema es propio de pteridofitos y monocotiledóneas. En las monocotiledóneas la homorrizia ocurre porque la raíz radicular tiene escaso desarrollo y a veces muere tempranamente, siendo reemplazada por un conjunto de raíces adventicias originadas del embrión o del tallo. El sistema homorrítico es poco profundizante (generalmente menos de 1,5 m) pero explora intensamente esa superficie de suelo. Por su morfología este sistema también suele llamarse sistema **fasciculado** o en **cabellera**.

Crecimiento y distribución de las raíces

El crecimiento y la distribución de las raíces en el suelo están controladas al menos por cuatro factores:

1. La gravedad. Todas las raíces son gravitrópicas positivas. Sin embargo en las raíces alorríticas la respuesta a la gravedad es diferente según se trate del eje primario y o de las ramificaciones. El eje primario siempre es vertical, en cambio las ramificaciones inicialmente crecen más o menos horizontalmente para profundizar cuando se alejan suficientemente del eje
2. La herencia o genética. Ya hemos visto que grandes grupos de plantas producen raíces de forma típica, por ejemplo las monocotiledóneas son típicamente homorríticas y las dicotiledóneas son alorríticas. Sin embargo dentro de las dicotiledóneas, en una familia como las leguminosas, la alfalfa forma raíces gruesas y muy profundizantes y difícilmente forme raíces adventicias; en cambio las vicias forman raíces delgadas, menos profundizantes y frecuentemente sus tallos forman raíces adventicias. Naturalmente, en las plantas anuales de cada grupo taxonómico, el sistema radical desarrolla menos que en las perennes.
3. El suelo, propiedades físicas (textura y estructura) y la humedad. En suelos arenosos las raíces crecen más y profundizan (exploran más suelo) que en los arcillosos y limosos. La distribución de la humedad también influye, así las raíces crecen mucho cerca de la superficie porque hay más humedad por lo menos temporariamente y si hay una napa freática también crecen mucho cerca de la misma. Las plantas de desierto suelen desarrollar un sistema superficial muy extenso de raíces para aprovechar rápidamente las escasas lluvias que ocurren y que nunca profundizan. El estrés hídrico provoca detención del crecimiento y aún muerte de las raíces. Las capas muy duras o impermeables del suelo (por ej. un capa de tosca) suele limitar fuertemente el crecimiento de las raíces.
4. El estado de desarrollo de la propia planta: las raíces crecen mucho durante el período vegetativo hasta principios de floración. Durante la formación de los frutos y maduración de los mismos detienen su crecimiento e incluso pueden llegar a morir muchas raíces en las plantas anuales. Esto es muy evidente en el maíz.

Algunos datos:

Las raíces de tamarisco (*Tamarix gallica*) pueden alcanzar los 30 m de profundidad.

Las raíces de la alfalfa (*Medicago sativa*) pueden superar los 15 m de profundidad en suelos permeables.

Funciones de la raíz

Las raíces cumplen cuatro funciones básicas:

1. **Absorción de agua y nutrientes minerales**: es la función más importante de la raíz. Como se ha señalado el agua y la enorme mayoría de los nutrientes ingresan a la planta por osmosis por la raíz, aportados por el suelo. Recuérdese que la absorción se produce exclusivamente en los ápices. Fig. 2.8.

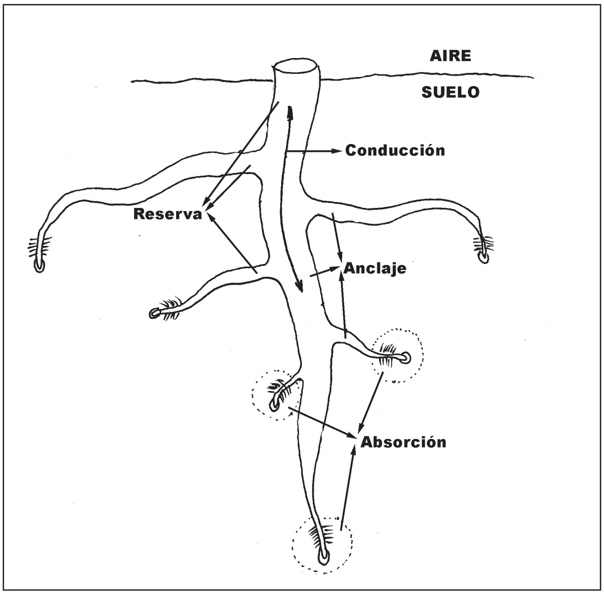


Fig. 2.8: **Funciones de la raíz.** Se señalan los sitios en los cuales ocurren las funciones señaladas para la raíz.

2. **Conducción de agua y sales hasta el tallo y de fotosintatos desde el tallo hasta los lugares de consumo**: desde el pelo radical que las absorbe, es conducida a través de la corteza radical hasta el xilema. Esa conducción se realiza por dos vías que veremos al estudiar la anatomía de la raíz: vía apoplasma y vía simplasma. El xilema conduce el agua y las sales disueltas a través del resto de la raíz y del tallo en sentido ascendente hasta las hojas, donde es transformada en fotosintatos. Parte de ellos es conducida desde las hojas, por el floema, a través del tallo hasta llegar a la raíz en sentido descendente. La raíz necesita de estos productos de la fotosíntesis fundamentalmente para su crecimiento (desarrollo de los ápices) y demás actividades metabólicas y para el almacenaje.
3. **Anclaje o fijación de la planta al suelo**: es una función muy importante ya que el sistema radical debe sostener la parte aérea cuyo peso y altura se tornan crítico especialmente por el embate

de los vientos. Para ello el sistema radical en los árboles se refuerza mucho aumentando su diámetro y desarrollando un sistema superficial de raíces gruesas y otro profundo.

4. **Reserva o almacenaje de hidratos de carbono**: en las plantas perennes la raíz junto a los tallos, constituye un lugar donde se acumulan sustancias de reserva (generalmente almidón y otros hidratos de carbono) que permiten a la planta vivir durante el período desfavorable y brotar vigorosamente cuando este pasa. Estas reservas se acumulan en los parénquimas reservantes de la corteza o del cilindro central.

Modificaciones de las raíces y adaptaciones al ambiente

Una raíz se considera modificada cuando pasa a cumplir una función diferente a las señaladas o desarrolla en demasía una de esas funciones. Generalmente las modificaciones responden a adaptaciones de las plantas a los ambientes particulares en los que se desarrollan. Analizaremos las adaptaciones y las modificaciones que desarrollan las raíces para cumplir con esas adaptaciones:

1. **Adaptaciones al almacenamiento**:

Son raíces que aumentan considerablemente su capacidad de reserva, tornándose carnosas debido a un desarrollo extraordinario de los parénquimás de reserva. Pueden ser:

1.1. Raíces **napiformes:** son de origen radicular y de morfología alorrítica que engruesan el eje primario de la raíz; como ejemplos podemos mencionar: zanahoria (*Daucus carota*) y parcialmente al nabo (*Brassica rapa*), el rábano (*Raphanus sativus*) y la remolacha (*Beta vulgaris*). En la zanahoria tuberiza (acumula reservas y se torna carnosa) sólo la raíz (Fig. 2.9A.); en cambio, en el nabo (Fig. 2.9 B), en la remolacha (Fig. 2.10) y en el rábano (Fig. 2.11) tuberizan la raíz y el hipocótilo de manera diferente.

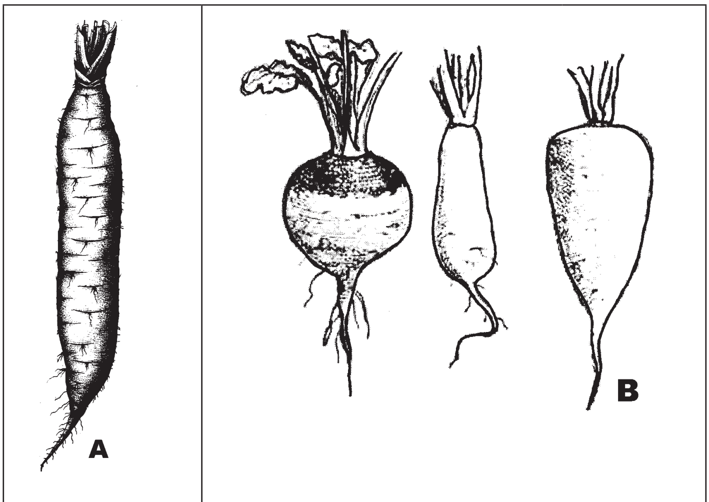


Fig. 2.9: **Raíz napiforme en zanahoria (A) y nabo (B).**

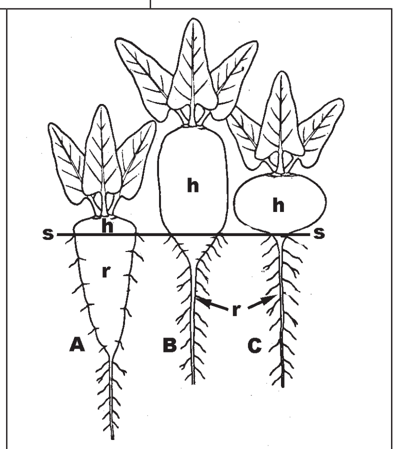


Fig. 2.10: **Raíz napiforme en remolacha**.
A. Remolacha forrajera, tuberiza la raíz y muy poco el hipocótilo.
B. Remolacha azucarera, tuberiza el hipocótilo y poco la raíz.
C. Remolacha hortícola, tuberiza sólo el hipocótilo.
En todos los casos: **s-s**: superficie del suelo, **h**: Hipocótilo, **r**: Raíz

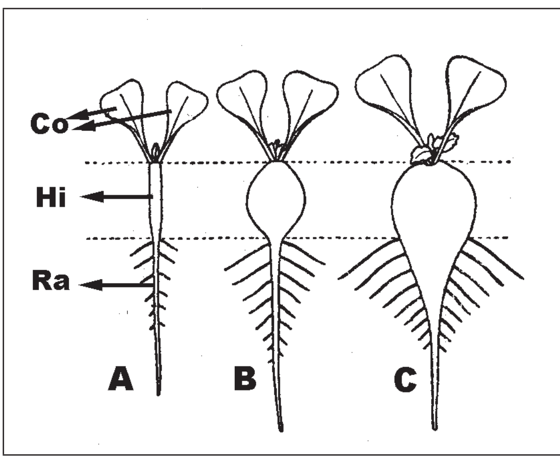


Fig. 2.11: **Raíz napiforme en el rábano y rabanito.**
A. Plántula con **Co**: Cotiledones, **Hi**: Hipocótilo, **Ra**: Raíz.
B. Rabanito: sólo tuberiza el hipocótilo.
C. Rábano: tuberiza el hipocótilo y parte superior de la raíz

En la zanahoria prolifera el parénquima floemático y el xilemático, en el rábano prolifera el parénquima medular y el xilemático y en la

remolacha aparecen anillos cambiales por fuera del cilindro central produciendo parénquima y haces complementarios.

1.2. Raíces **tuberosas**: son del mismo origen que las napiformes pero tuberizan en las ramificaciones o en raíces adventicias; como ejemplos podemos mencionar: dalia (*Dahlia* sp), batata (*Ipomoea batatas*). Fig. 2.12.

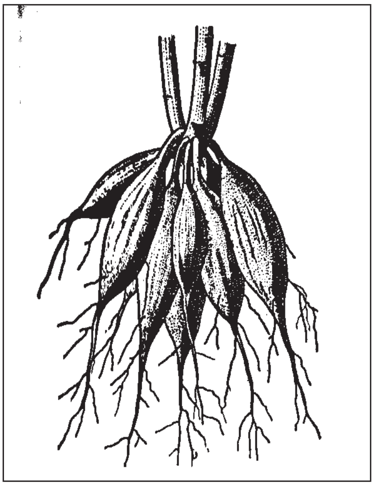
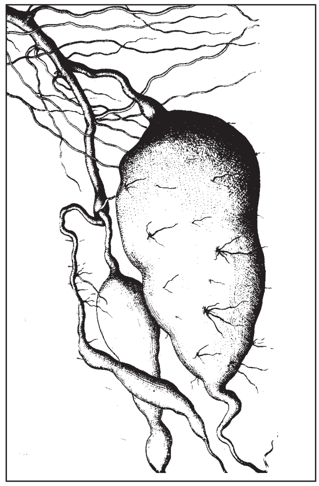


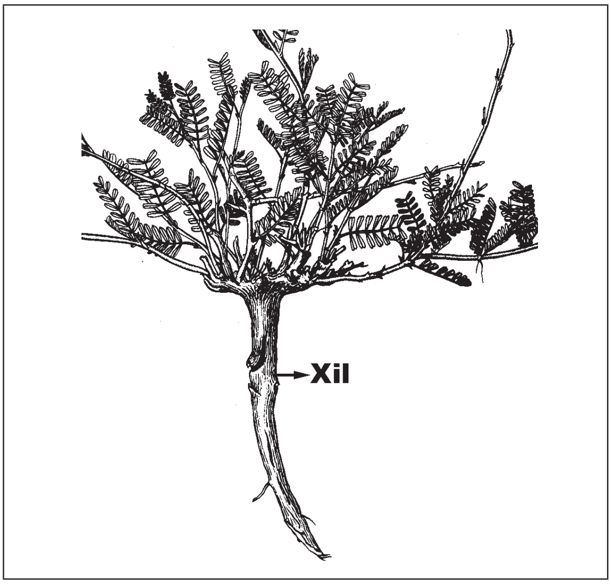
Fig. 2.12: **Raíces tuberosas.**
Derecha: Dalia
Izquierda: Datata



1.3. **Tubérculos radicales**: en este caso la tuberificación ocurre en los extremos de raíces adventicias que nacen en los nudos basales del tallo; ocurren en algunas especies de Marantáceas tropicales.

1.4. **Xilopodios**: son raíces axonomorfas modificadas que engrosan la región cercana al cuello, se lignifican y acumulan agua; son propias de algunas especies de hierbas perennes o subarbustivas de estepas y sabanas secas; son comunes en nuestra región las leguminosas con xilopodio como el “porotillo” o “sen del campo” (*Rhynchosia senna*), el “espinillo rastrero” (*Desmanthus virgatus*), el “té del campo” (*Poiretia tetraphylla*), la “arvejilla amarilla” (*Adesmia incana*), *Galactia marginalis*, *Stylosanthes montevidensis*. Fig. 2.13.

Fig. 2.13: **Xilopodio (Xil)** en *Adesmia incana*.



2. Adaptaciones a la reproducción vegetativa:

Raíces **gemíferas**: son raíces capaces de emitir yemás y por consiguiente, multiplicar vegetativamente a una planta. Las yemás son comunes en los tallos, pero no lo son en las raíces; por consiguiente, toda yema originada en una raíz (**yema epirriza**) es adventicia. Existen árboles cuyas raíces son gemíferas como el chañar (*Geoffroea decorticans*), la acacia blanca (*Robinia pseudoacacia*), el olmo siberiano (*Ulmus pumila*), los sauces (*Salix* sp.) y los álamos (*Populus* sp); existen arbustos con raíces gemíferas como el yauyín (*Lycium chilense*) o el azahar del monte (*Aloysia gratissima*) y son numerosas las herbáceas perennes con raíces gemíferas como la dalia y la batata ya mencionadas, o la flor amarilla (*Diplotaxis tenuifolia*), el revienta caballos (*Solanum elaeagnifolium*), el seca tierra (*Baccharis gilliesii*), la carqueja (*Baccharis crispa*), la chilca (*Baccharis salicifolia*), etc.

Algunas consideraciones:

Muchas de estas especies se transforman en malezas de cultivos por su gran capacidad reproductiva. Los viveristas suelen utilizar la técnica del cultivo de trozos de raíz para multiplicar ciertas plantas, por ejemplo el palán-palán (*Nicotiana glauca*) se multiplica de esta manera. En el trozo de raíz, además de las yemas adventicias se forman raíces adventicias. En algunos casos como en la batata es el medio casi exclusivo de multiplicación. Los traumas, lesiones o cortes estimulan la producción de yemas adventicias.

3. Adaptaciones a condiciones especiales de nutrición:

Son especies que viven en condiciones ambientales particulares como suelos pobres en nitrógeno o fósforo, suelos muy ácidos o viven en el aire sobre otras plantas (especies epífitas) u otros soportes.

3.1. Raíces **micorríticas**: son raíces que se asocian a hongos del suelo y viven en simbiosis con los mismos. Un gran número de plantas en su ambiente natural tiene sus raíces asociadas a hongos, en particular los árboles y arbustos, con beneficio mutuo ya que los hongos utilizan los carbohidratos de las plantas pero, a su vez, absorben nutrientes y trasladan a la planta actuando como pelos radicales (P, Zn, Mn, Cu, etc.); en muchos casos esos nutrientes estarían indisponibles para la planta de no mediar las hifas fúngicas. Las ventajas que sacan las plantas con esta simbiosis son: mejoras en la nutrición de sales minerales, especialmente P y N por una mayor descomposición del humus por parte del hongo, mejoras en la provisión de agua y protección de organismos patógenos. El 90 % de las plantas terrestres y más de 6.000 especies de hongos es capaz de establecer esta simbiosis. Muchas especies no pueden prosperar si no encuentran el hongo adecuado para establecer la simbiosis.

Las hifas del hongo penetran en la raíz de manera variable pero generalmente sin pasar de la corteza radical y establecen una unión con las células de la misma. Si la unión se limita a los espacios intercelulares, las micorrizas se denominan **ectotróficas**, son los casos frecuentes en árboles y arbustos de zonas templadas; pero en otros casos la unión es más estrecha y las hifas penetran al interior de las células de la raíz, son las micorrizas **endotróficas** muy frecuentes en orquídeas y árboles y arbustos tropicales. En el caso de las micorrizas endotróficas las hifas de los hongos suelen penetrar por los pelos radicales sin invadir las restantes células epidérmicas y cuando llegan a las células de la corteza, las hifas del hongo penetran a las mismas sin romper la membrana plasmática y forman dentro de la célula estructuras vesiculosas (vesículas) o muy ramificadas como arbolitos (arbúsculos) revestidas por la membrana plasmática de la célula; estas micorrizas se denominan **vesiculo-arbusculares** y son las más comunes. Los hongos que forman endomicorrizas son frecuentemente zigomicetes. Fig. 2.14.

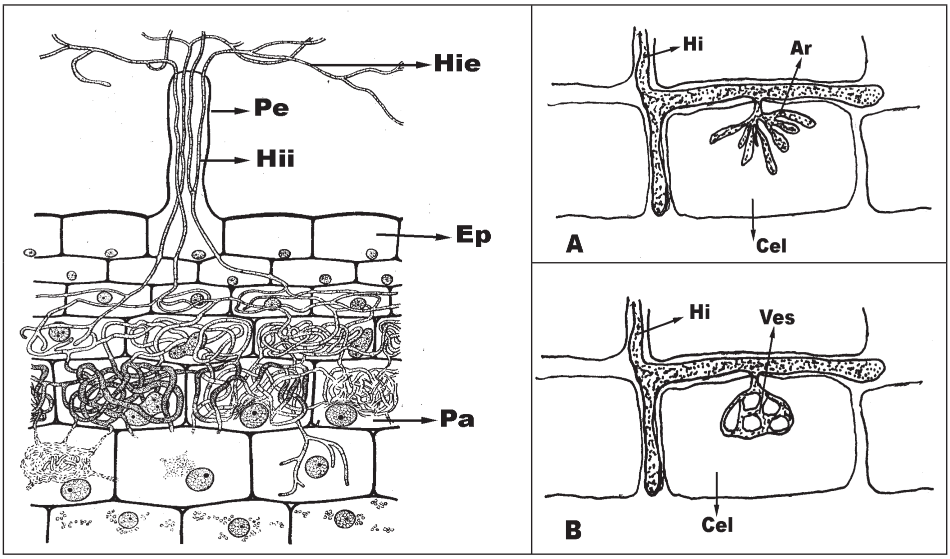


Fig. 2.14: Micorrizas endotróficas.
Izquierda: Micorrizas endotróficas en una raíz de orquídea. Las hifas exteriores del hongo (Hie) penetran al interior de un pelo radical (Pe) y se transforman en hifas internas (Hii) y avanzan infectando las células del parénquima cortical (Pa) si afectar la epidermis (Ep).
Derecha: A: Micorriza arbuscular, la hifa del hongo (Hi) penetra en la célula del parénquima cortical (Cel) formando un arbúsculo (Ar). B: Micorriza vesicular, la hifa del hongo (Hi) penetra en la célula del parénquima cortical (Cel) formando una vesícula (Ves).

En las micorrizas ectotróficas se forma un manto de hifas fúngicas alrededor de ramificaciones de la raíz de segundo y tercer orden, estas ramas son cortas y gruesas y en ellas las micorrizas reemplazan a los pelos radicales que están ausentes; el micelio forma una capa densa de hifas entre las células corticales denominada red de Harting y las hifas pueden penetrar a la células mediante haustorios, que son vesículas con formas variadas que actúan como órganos de intercambio de nutrientes. Los hongos que forman ectomicorrizas son mayoritariamente basidiomicetes y algunos ascomicetes. Fig. 2.15.

Las micorrizas ectotróficas son muy importantes en Fagáceas (*Nothofagus*, robles), Salicáceas (sauces y álamos), Mirtáceas (*Eucalyptus*) y Pináceas. Existen formas intermedias en *Picea* y *Pinus* (micorrizas ectoendotróficas).

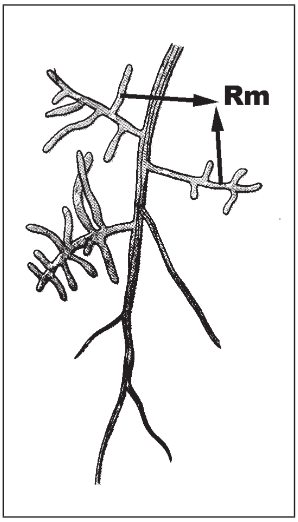
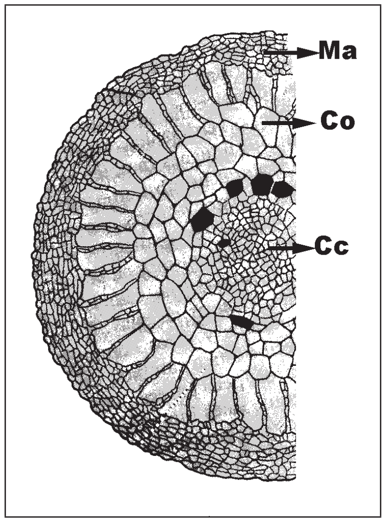


Fig.2.15: **Raíces micorríticas. Izquierda**: Se muestran las raíces micorríticas cortas (**Rm**) de no más de 2 cm de largo. **Derecha**: Corte transversal de una raíz micorrítica con su manto fúngico (**Ma**). **Cc**: Cilindro central, **Co**: Corteza.



3.2. Raíces **fijadoras de nitrógeno**: en algunas plantas sus raíces se asocian a organismos procariotas capaces de fijar N atmosférico. Esos procariotas son eubacterios cuyas células contienen la enzima nitrogenasa capaz de reducir el nitrógeno atmosférico a amoníaco. El caso más conocido es la relación de las leguminosas con los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, entre otros, cuyas células se encuentran en el suelo y estimuladas por secreciones de los pelos radicales penetran por los mismos y se reproducen en el interior de un tubo de infección dentro del pelo; este tubo llega al parénquima cortical de la raíz e infecta algunas de sus células que aumentan mucho su tamaño y forman el nódulo. Las células infectadas se llenan de rizobios por divisiones celulares, estos rizobios también aumentan de tamaño y se convierten en bacterioides que son los que fijan el nitrógeno atmosférico. Fig. 2.16.

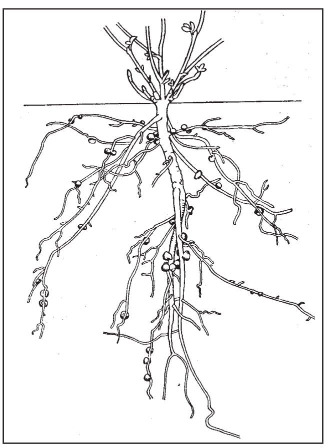
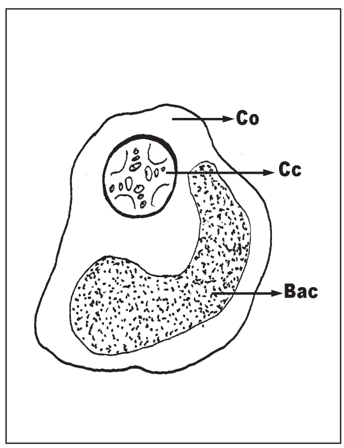


Fig. 2.16: **Nódulos radicales en leguminosas.** Izquierda: Una raíz nodulada. Derecha: Corte de un nódulo mostrando la corteza (**Co**) donde se han desarrollado bacterioides (**Bac**) formando el nódulo. **Cc**: Cilindro central



Al analizar las subfamilias de leguminosas, se han encontrado nudosidades radicales en la mitad de las Cesalpinoideas estudiadas, en la mayoría de las Mimosoideas y en casi todas las Papilionoideas.

3.3. Raíces **haustoriales:** en las plantas hemiparásitas (es decir aquellas que pueden realizar fotosíntesis y por lo tanto poseen hojas verdes y raíces absorbentes con haustorios) sus raíces son capaces de emitir haustorios (estructuras de absorción), que penetran en la planta parasitada (hospedante) hasta llegar al floema o al xilema según el caso. Ej. liga (*Ligaria cuneifolia*) que en la Argentina parasita numerosas especies de árboles, muérdago (*Viscum album*) que lo hace en Europa. Fig. 2.17.

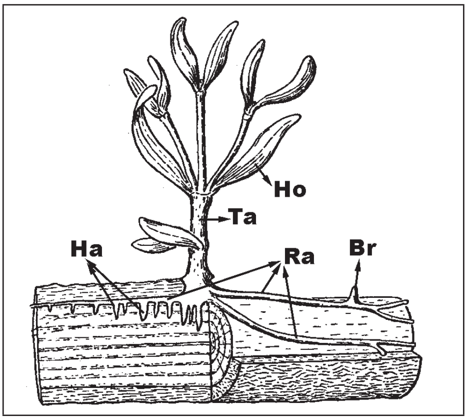


Fig. 2.17: **Raíces haustoriales en el muérdago**
La mitad izquierda representa una rama parasitada, cortada longitudinalmente y la mitad derecha representa la misma rama pero desprovista de la corteza para evidenciar las raíces.
Br: Brote originado en una yema adventicia radical que multiplica la planta, **Ha**: Hautorios, **Ho**: hojas, **Ra**: Raíces del muérdago, **Ta**: Tallo.

En las cuscutas (*Cuscuta indecora* y otras especies) los haustorios no son de origen radical sino caulinar; los analizaremos en tallos modificados.

3.4. Raíces **aéreas** de plantas epífitas: son plantas que viven sobre otras plantas pero sin parasitarlas. Muchas bromeliáceas como los claveles del aire y la mayoría de las orquídeas son epífitas, también lo son numerosas aráceas como el “guaembé” o “filodendro” (*Philodendron bipinnatifidum*) o moráceas como la “higuera brava” o “agarrapalos” (*Ficus luschnathiana*). En el caso de los claveles del aire las raíces solo sirven de fijación al soporte que puede ser otra planta (especies epífitas), una piedra (especies saxícolas), o postes y cables de alumbrado. En las orquídeas, en cambio, las raíces sirven para la fijación, para la absorción y también suelen realizar fotosíntesis; en efecto, la rizodermis se transforma en un tejido pluriestratificado de células muertas que constituyen el **velamen** o **velamen radical** que rodea como un estrato todas la raíces, absorbiendo y reteniendo el agua de lluvia o de rocío; debajo del velamen

las células del parénquima cortical presentan cloroplastos y colaboran con las hojas en la función fotesintetizadora. Fig. 2.18.

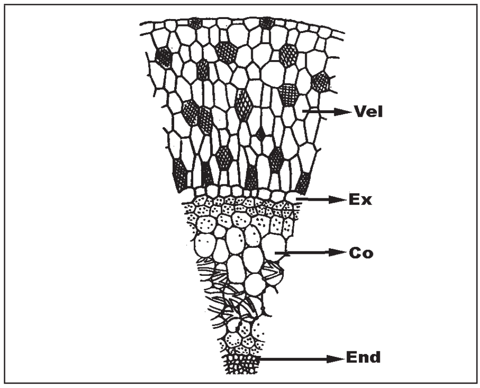


Fig. 2.18: **Velamen radical.** Corte transversal de la raíz de una orquídea epifita mostrando el velamen radical (**Vel**) por fuera de la exodermis (**Ex**). Las células exteriores del Parénquima cortical (**Co**) presentan cloroplastos (en punteado). **En**: Endodermis.

El filodendro es una planta terrestre que puede transformarse en epífita por el crecimiento rápido de su tallo en búsqueda de la luz, crece apoyándose sobre una planta hospedante emitiendo raíces adventicias que llegan al suelo y son nutricias; el tallo puede independizarse del suelo viviendo la planta como verdadera epífita pero nutriéndose del suelo. La higuera brava, en cambio, germina como epífita en los troncos de los árboles de semillas transportadas por aves, forma vástagos aéreos y numerosas raíces adventicias algunas de las cuales abrazan el tronco del árbol hospedante (son las raíces adherentes) y otras llegan hasta el suelo (son las raíces nutricias). Generalmente el árbol hospedante muere por la competencia por luz ejercida por el higuerón y el sistema de raíces puede transformarse en un cilindro hueco. Fig. 2.19.

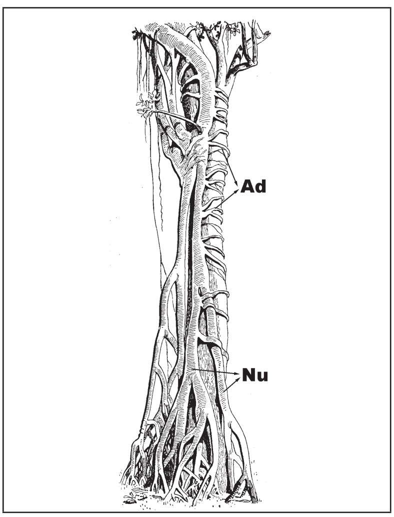


Fig. 2.19: **Raíces aéreas en *Ficus luschnathiana*.** **Ad**: Raíces adherentes. **Nu**: Raíces nutricias.

4. **Adaptaciones a condiciones anaeróbicas o con poca aireación:** ocurre en plantas que viven en suelos anegados.

4.1. Raíces con **aerénquima**: son raíces con mucho tejido de aireación o con cavidades huecas como la cavidad medular propias de plantas palustres (arraigadas en el fondo); estos tejidos de aireación o las cavidades se comunican con sus homólogos del tallo para llevar oxígeno a todas las células de la raíz..

4.2. **Raíces respiratorias** o **neumatóforos**: son raíces generalmente cortas y gruesas, gravitrópicas negativas (crecen en sentido vertical pero hacia la superficie) y con tejidos de aireación (en realidad son ramificaciones de raíces que crecen en el fondo) y que presentan lenticelas particulares en el sector emergente denominadas **neumatóforos** a través de los cuales penetra el aire. Muchos árboles de pantanos como el "ciprés calvo" (*Taxodium distichum*) de la Florida presentan neumatóforos, pero también pueden presentarlos algunas hierbas como el "camalote amarillo" (*Ludwigia grandiflora*) de nuestras lagunas, en este caso los neumatóforos se forman en los nudos de sus rizomas. Fig. 2.20.

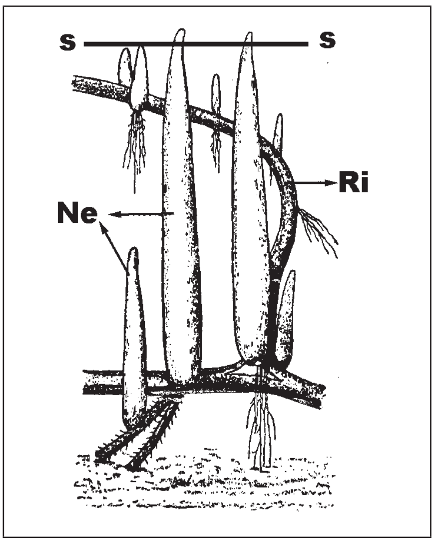


Fig. 2.20: **Neumatóforos en *Ludwigia grandiflora*.** Se observa un rizoma **(Ri)** con neumatóforos (**Ne**) verticales que llegan a la superficie del agua **(s-s)**

4.3. Raíces **acuáticas**: de plantas flotantes: en las plantas flotantes o sumergidas pero no arraigadas al fondo, las raíces suelen sufrir ciertas modificaciones como no presentar caliptra, a veces tampoco pelos radicales y presentar cloroplastos en el parénquima cortical.

5. **Adaptaciones a condiciones especiales de anclaje**: son raíces que se modifican para asegurar el anclaje de la planta al medio, ya sea al suelo o a un soporte como una pared.

5.1. Raíces **adherentes**: Son raíces epígeas de origen caulinar propias de ciertas plantas trepadoras como la "hiedra" (*Hedera helix*) que presenta raíces ganchudas y rígidas denominadas raíces garfio que adhieren al soporte. Fig. 2.21.



Fig. 2.21: **Raíces adherentes de hiedra.**

5.2. Raíces **tabulares**: en árboles tropicales de gran altura, las raíces superficiales y casi horizontales, suelen tener un crecimiento secundario desigual, engrosando mucho del lado superior, de manera que en un corte transversal dejan de ser cilíndricas para semejarse a una tabla; de esta manera son capaces de resistir las tensiones que genera una enorme parte aérea.

5.3. Raíces **contráctiles**: muchas plantas con bulbos, rizomás o tubérculos, especialmente en suelos arenosos, forman esos órganos superficialmente, pero luego son enterrados a veces hasta una profundidad de 40 cm, merced a la contracción y acortamiento de las raíces que se arrugan y tiran de los mismos para profundizarlos, por ejemplo, en la "cebolla del zorro" (*Habranthus jamesonii*) que suele tener sus bulbos siempre entre 20 y 40 cm de profundidad. La contracción de las raíces generalmente ocurre en células del parénquima cortical interno que se acortan mientras que las del parénquima cortical externo permanecen iguales y se arrugan de forma que, externamente, las raíces más viejas presentan arrugas o pliegues. Fig. 2.22.

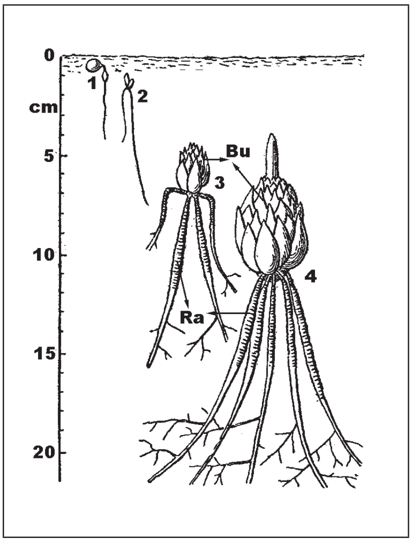
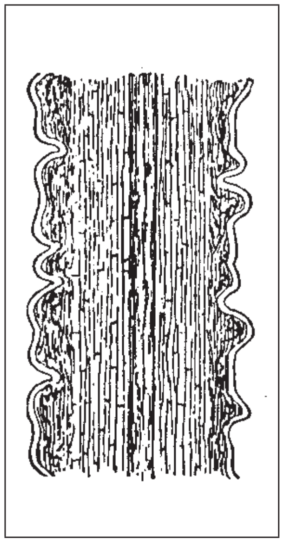


Fig. 2.22: **Raíces contráctiles en *Lilium*.**
Izquierda: Etapas de la formación de un bulbo desde 1 (semilla) a 4 (bulbo de dos años), se percibe su profundización merced a la acción de las raíces contráctiles (**Ra**). **Bu**: Bulbo. Derecha: Raíz contraída con el parénquima cortical externo arrugado.



5.4. Raíces **fúlcreas** o **en puntal**: en el maíz los nudos basales del tallo forman verticilos de raíces justo por encima del nivel del suelo que ayudan a sostener la planta. La práctica cultural del aporque favorece su desarrollo y funcionamiento.

También son comunes estas raíces en plantas de lugares pantanosos y ciénagas como en el género *Pandanus*. Fig. 2.23.

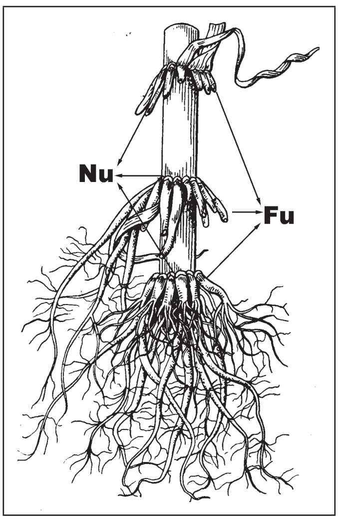
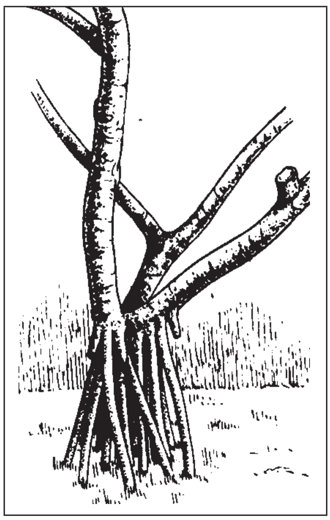


Fig. 2.23: **Raíces fúlcreas.**
Izquierda: Raíces fúlcreas en maíz. **Fu**: Raíces fúlcreas, **Nu**: Nudo caulinar. Derecha: Raíces fúlcreas en *Pandanus*.



5.5. Raíces **espinosas** o **espinas radicales**: son raíces adventicias caulinares lignificadas y puntiagudas como espinas ubicadas en la base de los estípites de ciertas palmeras y que les sirven de anclaje.

5.6. Raíces **columnares**: son raíces adventicias aéreas que se forman a partir de una rama horizontal y descienden verticalmente hasta arraigar en el suelo, sosteniendo una amplia copa, a veces con más de 100 m de diámetro. Ej.: "higuera de las pagodas" (*Ficus religiosa*) y otras especies de *Ficus*. Fig. 2.24.

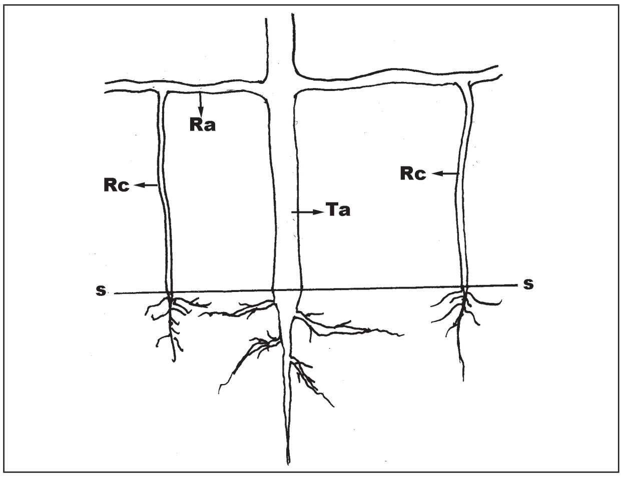


Fig. 2.24: **Esquema de raíces columnares.** **Ra**: Rama horizontal, **Rc**: Raíces en puntal, **Ta**: Tallo, **s-s**: superficie del suelo

5.7. Raíces **zanco**: las plantas de los manglares en los litorales marinos tropicales emiten raíces adventicias desde sus ramás horizontales que se hincan al fango marino para sostener el follaje como ocurre en el "mangle rojo" (*Rhizophora mangle*) del Caribe. Para respirar, además, las raíces suelen producir neumatóforos. Fig. 2.25.



Fig. 2.25: **Raíces zanco en el "mangle rojo" (*Rhizophora mangle*).**

Usos y utilidades

Se mencionan a modo de ejemplo, las siguientes utilidades:

1. **Alimenticias**: “zanahoria” (*Daucus carota*), “batata” (*Ipomoea batatas*), “mandioca” (*Manihot esculenta*), “rábano” y “rabanito” (*Raphanus sativus*), “remolacha” (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *conditiva*), “chirivía” (*Pastinaca sativa*), “nabo” (*Brassica rapa*), “rutabaga” (*Brassica napus* var. *napobrassica*).
2. **Industriales**: “remolacha azucarera” (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *altissima*).
3. **Medicinales**: “gin-seng” (*Panax schin-seng*), “gengibre” (*Zingiber officinale*), “angélica” (*Angelica archangelica*).
4. **Tintóreas**: “relbún” (*Galium richardianum*), “rubia” (*Rubia tinctoria*).
5. **Aromáticas**: “neneo” (*Mulinum spinosum*), “vetiver” (*Vetiveria zizanioides*).

CAPÍTULO 3

Vástago

El cuerpo (**cormo**) de un cormófito, o sea, de una planta superior, está polarizado en un órgano subterráneo, la **raíz**, y en una parte aérea con dos órganos, el **tallo** o **cauloma** y las **hojas** o **filomas**, que en conjunto constituyen el **vástago** o **brote**. Si bien estos dos órganos aéreos son diferentes, están muy relacionados por su origen, el meristema apical del tallo y por su interdependencia funcional; de manera que es conveniente analizar esta parte aérea en común. Al cormo se opone el **talo** propio de los talófitos (algas, musgos y hepáticas) que presenta una estructura simple, casi sin diferenciación de tejidos y es menos evolucionado. El cormo, en cambio, presenta gran diferenciación de tejidos y por consiguiente, de funciones y aparece más tardíamente en la evolución. El cormo es propio de pteridofitos y espermatofitos. En la Fig. 3.1 se detallan las funciones más importantes del vástago. La Fig. 3.2 se demuestra la polaridad del vástago y la raíz; se han colgado dos ramas de sauce en un ambiente muy húmedo para que emitan raíces y vástagos, una en posición normal y otra invertida; las raíces siempre tendrán gravitropismo (geotropismo) positivo y los vástagos siempre tendrán gravitropismo negativo.

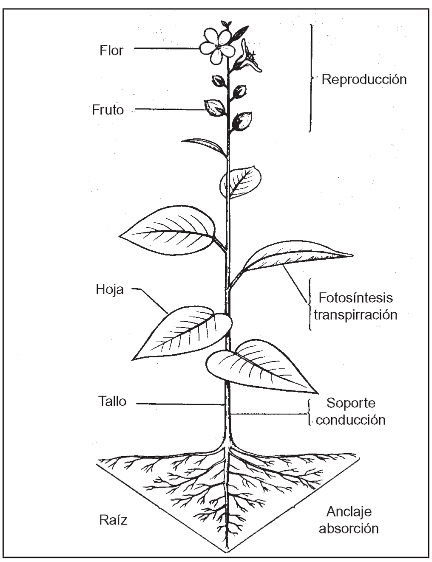


Fig. 3.1: Funciones de la raíz y del vástago.

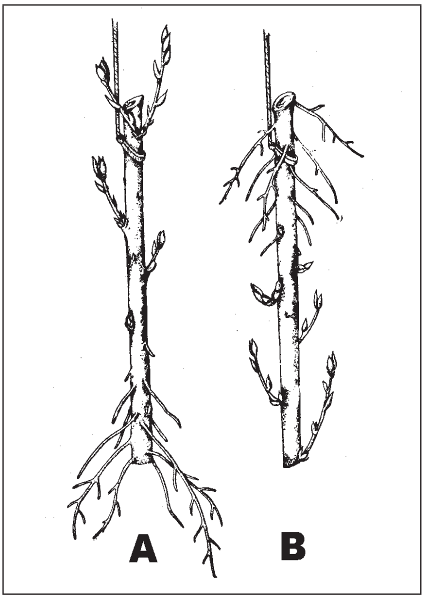


Fig. 3.2: Ramas de sauce colocadas en un ambiente húmedo para demostrar la polaridad del vástago y de la raíz. A: en posición normal B: en posición invertida.

Tallo

Definición y origen y del tallo

Es el órgano, casi siempre cilíndrico, con simetría radiada y con gravitropismo negativo, portador de hojas y estructuras derivadas de éstas, como las flores y los frutos. Esta simetría radiada proporciona al tallo el máximo volumen con la mínima superficie. Sin embargo, muchas veces el tallo se aparta de la forma cilíndrica para ser trígono (con tres caras) como en muchas Ciperáceas; tetrágono (con cuatro caras) como en muchas Verbenáceas y Labiadas, alados como en la "carqueja" o aplanados y semejantes a hojas como los platíclados que veremos más adelante.

De ordinario se origina en la plúmula del embrión, que al germinar, deviene en el meristema apical de la plántula y luego de la planta. El meristema apical, en su crecimiento debido a la proliferación y alargamiento celular, no solamente forma el tallo, sino que, como protuberancias laterales meristemáticas y exógenas, forma los **primordios foliares** que posteriormente desarrollarán en hojas. También como meristemas remanentes y en la axila de los primordios foliares con el tallo quedan preformadas las **yemas axilares.** Este conjunto de meristema apical, primordios foliares y yemas axilares en formación constituye el **ápice caulinar** o **ápice vegetativo.** Fig 3.3.

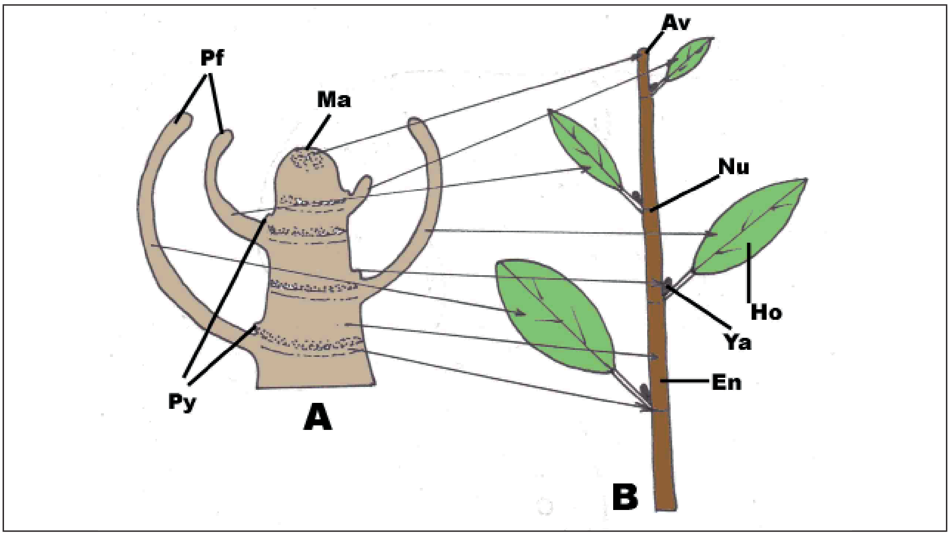


Fig.3.3: **Ápice vegetativo en corte longitudinal** (A) y **su derivación hipotética luego de su desarrollo** (B). Las flechas señalan esas derivaciones. En **A**, las zonas punteadas son meristemáticas. **Av**: ápice vegetativo, **Ho**: hoja, **En**: entrenudo, **Ma**: meristema apical, **Nu**: nudo, **Pf**: primordios foliares, **Py**: primordios de yemas, **Ya**: yema axilar

Si la planta entra en reposo (en los arbustos y árboles caducifolios) el ápice caulinar se protege con hojas modificadas (los tegmentos) y constituye la **yema apical**. Si la planta se originó asexualmente, el origen del tallo es una yema de la estructura reproductora (estaca, bulbo, rizoma, etc.) que se transforma en ápice caulinar.

Funciones del tallo

Son funciones comunes del tallo las siguientes:

1. **Soporte y distribución de las hojas**: el tallo no solamente sostiene las hojas para exponerlas a la luz solar, sino que las distribuye de una manera característica para cada especie, para minimizar el sombreado entre ellas. Esto lo logra mediante su sistema de ramificación y la filotaxis que veremos más adelante. La distribución de las hojas es básicamente de origen genético, aunque puede estar influida por el ambiente y tiene gran importancia agronómica en plantas cultivadas; basta analizar una variedad antigua de maíz, con hojas anchas y casi horizontales que ocupa mucho espacio y un híbrido moderno, con hojas más angostas y casi verticales, lo que permite aumentar la densidad de siembra

en estos híbridos, con el consiguiente aumento del rendimiento; esto se logró mediante mejoramiento genético.

2. **Conducción de savia**: el tallo es vía de circulación de savia, conduce agua y sales provenientes de la raíz hacia las hojas, es decir en sentido ascendente, lo hace por vía xilemática y conduce fotosintatos por vía floemática desde las hojas hacia las zonas de consumo energético como ápices en crecimiento de la raíz y del tallo y de reserva, como semillas frutos, raíces y tallos; los fotosintatos se pueden conducir en sentido ascendente o descendente.
3. **Fotosíntesis**: los tallos jóvenes son verdes, tiene tejido asimilador y colaboran con las hojas en esta función.
4. **Reserva**: las plantas perennes tienen zonas de reserva en sus raíces y tallos (no en las hojas) que les permiten pasar el período desfavorable y brotar al finalizar el mismo. Algunos tallos incrementan esta función y se tornan almacenadores como los rizomas y los tubérculos.

Además de estas funciones, los tallos pueden cumplir otras o incrementar alguna de ellas, transformándose en tallos modificados que analizaremos más adelante.

Morfología del tallo

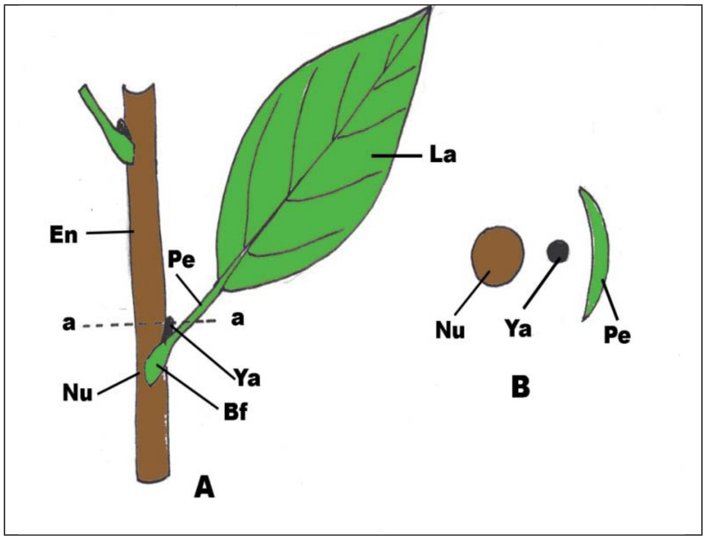
Exteriormente en un tallo podemos distinguir: Fig. 3.4

Nudo: es el lugar de inserción de una o más hojas. Puede estar indiferenciado, o más frecuentemente es una zona engrosada, particularmente visible en las cañas de las gramíneas. Si la hoja ha caído, como en todas las especies leñosas caducifolias, deja una cicatriz denominada **cicatriz foliar** que nos señala el lugar del nudo.

Entrenudo (o internodio): es el espacio comprendido entre dos nudos consecutivos.

Yema axilar: es un rudimento de vástago, ubicado en la base del entrenudo, en el ángulo que forma la hoja con el tallo, llamado ángulo axilar, potencialmente capaz de formar otro vástago, o sea una ramificación o también una inflorescencia. En las zonas vegetativas de una planta, las hojas que contienen una yema en su axila, se denominan **hojas tectrices**; en las zonas reproductivas (inflorescencias) se denominan **brácteas**.

Fig. 3.4: **Tallo y hoja**. **A**. En vista lateral.
B. En corte de acuerdo a la línea a-a. **Bf**: Base foliar. **En**: Entrenudo. **La**: Lámina. **Nu**; Nudo. **Pe**: Pecíolo. **Ya**: Yema axilar



El desarrollo de las yemas axilares y su relación con la yema apical determinan el sistema de ramificación de la planta. Exteriormente, en los tallos leñosos, también podemos reconocer las **lenticelas**, que son estructuras de aireación y las cicatrices dejadas por la pérula al caer (son los tegmentos que protegían la yema apical, se desprenden y caen al brotar en primavera, dejando una cicatriz anular sobre el tallo denominada **cicatríz de la pérula**). Naturalmente, estas cicatrices se producen anualmente, y nos permiten determinar la edad de la rama. Fig. 3.5.

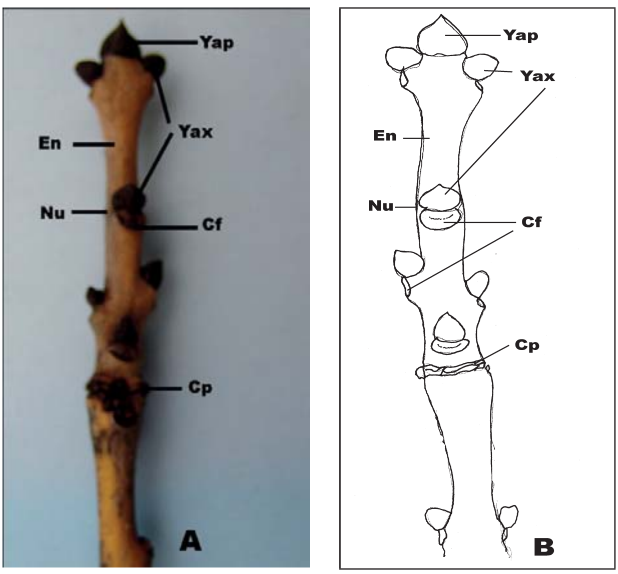


Fig. 3.5: Tallo leñoso de “fresno dorado” Fraxinus excelsior “aurea”. A: Fotografía de una rama. B: Dibujo de la misma. En: entrenudo, Cf: cicatriz foliar, Cp: cicatriz de la pérula, Nu: nudo, Yap: yema apical, Yax: yema axilar

En los árboles de hojas grandes, las cicatrices foliares suelen ser muy evidentes y en su interior se distinguen los **rastros foliares** o **trazas foliares**, son las cicatrices de los hacecilllos liberoleñosos que inervaban la hoja y que se cortaron al desprenderse esta. Fig.3.6.

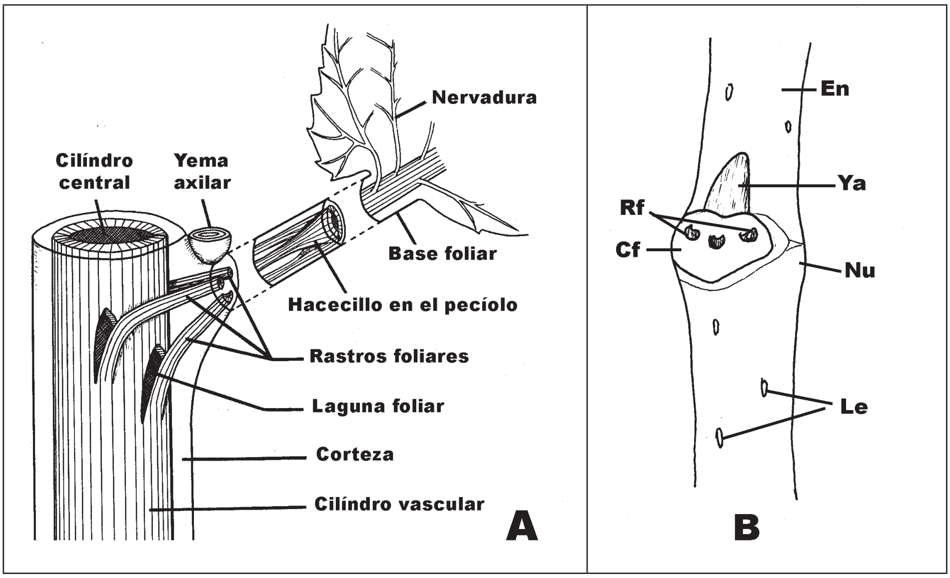


Fig.3.6: **Zona del nudo**. En **A** con la hoja en funcionamiento se destacan los hacecillos que emergen del cilindro vascular, pasan por el pecíolo e inervan la lámina. En **B** con la hoja desprendida: **Cf**: cicatriz foliar, **En**: entrenudo. **Le**: lenticelas, **Nu**: nudo, **Rf**: rastros foliares, **Ya**: yema axilar.

Nudos y filotaxis

Filotaxis es la manera en que se disponen las hojas sobre los nudos del tallo y la relación que existe entre las hojas de nudos consecutivos.

En términos generales, la disposición de las hojas sobre el tallo, responde a dos reglas:

Regla de la equidistancia: el ángulo que forman entre sí dos hojas de un mismo nudo (si hay dos o más hojas por nudo) o de dos nudos consecutivos (si hay una sola hoja por nudo), denominado **ángulo de divergencia**, es constante para cada especie. La línea vertical que une hojas que ocupan la misma posición sobre el tallo se denomina **ortóstico**. El ángulo de divergencia se calcula: 360/n, donde n es el número de ortósticos. Veremos ejemplos en los tipos de filotaxis.

Regla de la alternancia: cuando las hojas se disponen en verticilos (dos o más hojas por nudo), las hojas de un verticilo alternan con las del verticilo siguiente.

Teniendo en cuenta ambas reglas, podemos distinguir los siguientes tipos de filotaxis en las plantas: Fig. 3.7.

1. **Verticilada**: cuando se disponen dos o más hojas por nudo.
   - 1.1. **Opuesta** o **verticilada dímera**: cuando se disponen dos hojas por nudo. Siguiendo la regla de la equidistancia las hojas forman un ángulo de 180º entre sí, y siguiendo la regla de alternancia, las hojas de un nudo están cruzadas con las del nudo superior, de allí que también se las denomine **opuestas decusadas**. Presenta 4 ortósticos y el ángulo de divergencia es de 90º. Ej.: Labiadas: como “malva rubia”, “menta”, Verbenaceas: como “verbena” Fig 3.7 B.
   - 1.2. **Verticilada trímera**: cuando se disponen tres hojas por nudo y alternando con el verticilo del nudo superior. Presenta 6 ortósticos y el ángulo de divergencia es de 60º. Ej.: “laurel de jardín”, flores de las monocotiledóneas.
   - 1.3. **Verticilada tetrámera**: cuando se disponen cuatro hojas por nudo y alternando con el verticilo del nudo superior. Presenta 8 ortósticos y el ángulo de divergencia es de 40º. Ej.: algunas flores de las dicotiledóneas como las Crucíferas: “colza”, “rúcula”.
   - 1.4. **Verticilada pentámera**: cuando se disponen 5 hojas por nudo y alternando con el verticilo del nudo superior. Presenta 10 ortósticos y el ángulo de divergencia es de 36º. Ej.: la mayoría de las flores de dicotiledóneas.
   - 1.5. **Verticilada polímera**: cuando presenta más de 5 hojas por nudo y alternando con el verticilo del nudo superior. Ej.: “casuarina”. Fig. 3.7 A.

2. **Alterna o esparcida**: cuando se dispone una hoja por nudo. Es el caso más frecuente de disposición de las hojas en monocotiledóneas y dicotiledóneas. En este caso para efectuar el análisis de la filotaxis debemos recurrir a la línea espiral fundamental, que es la que une los puntos de inserción de las hojas en el tallo en nudos consecutivos. Partiendo del punto de inserción de una hoja, seguimos esa espiral hasta encontrar una hoja superior que tenga la misma posición, o sea, que está sobre el mismo ortóstico; contamos el número de hojas tocadas (sin la inicial) y el número de giros alrededor del tallo. Ese número de hojas tocadas es igual al

número de ortósticos. Por ejemplo, para las gramíneas, que tienen hojas alternas a 180º, el número de giros es 1 y el número de hojas es 2, expresamos entonces la filotaxis con el quebrado ½, donde 1=360º, o sea, 360º/2= 180º que es el ángulo de divergencia con dos ortósticos. Este tipo particular de filotaxis alterna se denomina **dística**. Fig. 3.7 C y D.

Otro caso particular ocurre en muchas ciperáceas que tienen hojas **trísticas**, ya que en un giro encontramos tres hojas, o sea la filotaxis se expresa con 1/3, con tres ortósticos y el ángulo de divergencia de 120º. Otro caso muy frecuente es 2/5, como en el "rosal"; hay 5 ortósticos pero en dos giros, el ángulo de divergencia es de 144º.

En general, en la filotaxis alterna se puede seguir una serie de números quebrados, denominada serie de Braun-Shimper, que es la que sigue: 1/2-1/3-2/5-3/8-5/13-8/21; donde, a partir del tercer término, los numeradores corresponden a la suma de los numeradores de los dos quebrados anteriores y los denominadores a la suma de los dos denominadores de los dos quebrados anteriores. Cuando los entrenudos son extremadamente cortos y las hojas se disponen como en manojos, la filotaxis se denomina **fasciculada**, es el caso de los pinos.

Es necesario aclarar que la filotaxis puede ser alterada por la iluminación y el espacio disponible para la planta; en estos casos puede ser dificultoso su análisis. Por otra parte, algunas especies, muestran dos tipos de filotaxis a lo largo de su vida, por ejemplo en el girasol las primeras hojas (las hojas basales) son opuestas y las medias y superiores son alternas.

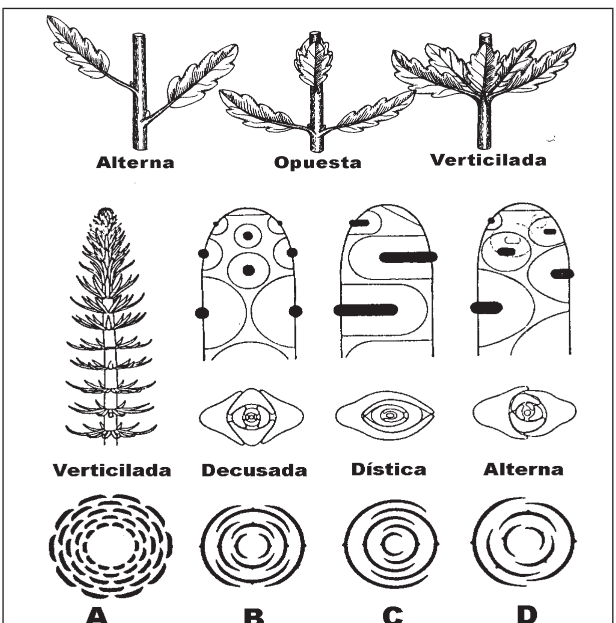


Fig. 3.7: **Tipos de filotaxis**

Entrenudos, macroblastos y braquiblastos

El entrenudo es la porción de tallo comprendida entre dos nudos consecutivos, portadora de una yema basal, la yema axilar. Puede considerarse al tallo como una sucesión de entrenudos. El crecimiento del entrenudo está dado por el alargamiento de las células formadas por el meristema apical y muy frecuentemente también, por la actividad de un meristema remanente del apical denominado meristema intercalar.

En muchos tallos los entrenudos son largos debido a que la actividad del meristema intercalar es continua y el alargamiento de las células se produce inmediatamente. Esos tallos se denominan **macroblastos** (macro = largo, blasto = vástago). En los macroblastos las hojas están considerablemente separadas. En otros tallos los entrenudos son muy cortos porque el meristema intercalar permanece inactivo y las células formadas por el meristema apical alargan poco; esos tallos se denominan **braquiblastos** (braqui = corto, blasto = vástago). En ellos las hojas permanecen muy juntas, a veces tan juntas que parece no existir tallo. Estos braquiblastos pueden permanecer como tales o, en determinadas circunstancias (ambientales y de nutrición) pueden activar su meristema intercalar y transformarse en macroblastos. Son ejemplos de braquiblastos el tallo de los bulbos, el receptáculo de las flores, los tallitos portadores de hojas aciculares en los pinos, las piñas (conos femeninos) de los pinos, las plantas arrosetadas, etc. Esta diferenciación caulinar puede determinar la forma de crecimiento (**hábito**) de una planta o su modo particular de floración. A continuación analizaremos algunos ejemplos prácticos:

Macroblastos y braquiblastos en plantas leñosas

En las Gimnospermas suele ser muy evidente la diferenciación de macroblastos y braquiblastos, así en los pinos, *Pinus ssp.*, los macroblastos son portadores de hojas escamosas, no fotosintetizadoras, en cuya axila nace un braquiblasto que lleva las hojas aciculares en un fascículo en el extremo. Fig. 3.8 A y 3.8 B. Estas hojas son fotosintetizadoras y caen, cuando se desprende el braquiblasto. Es frecuente que las hojas de los macroblastos sean diferentes en forma y tamaño a las de los braquiblastos. Esta diferenciación caulinar también se puede ver en el “cedro”, *Cedrus deodara* y en *Ginkgo biloba*. Fig. 3.8 B.

Fig. 3.8 A: Macroblastos (Ma) y braquiblastos (Br) en Pinus. Ha: Hoja acicular. He: hoja escamosa

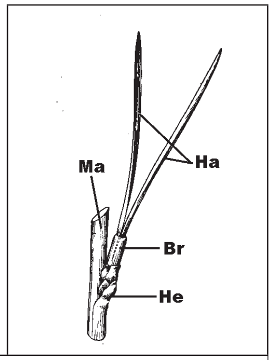
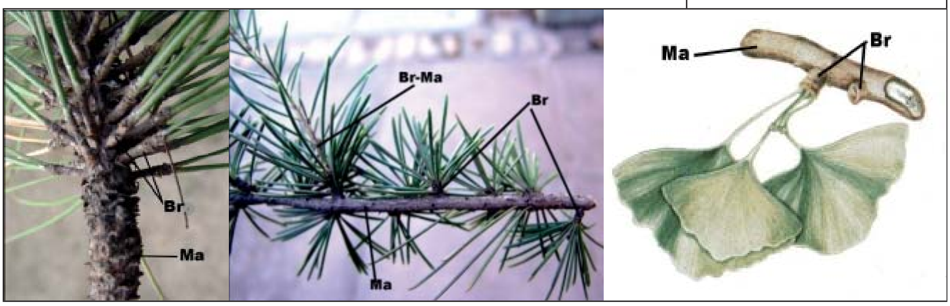
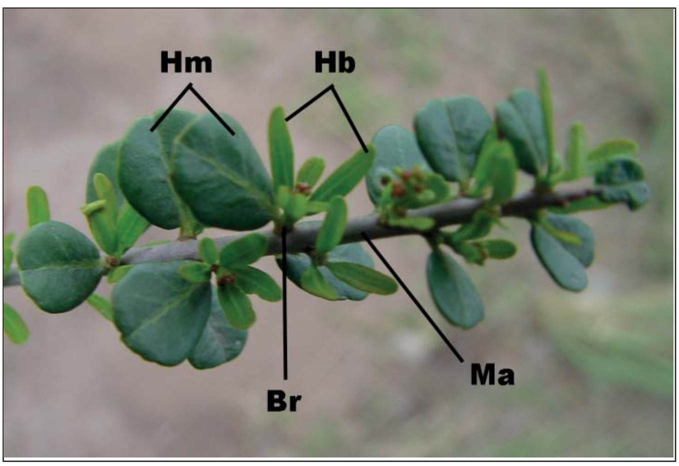


Fig. 3.8 B. **Macroblastos y braquiblastos en *Pinus*** (a la izquierda), ***Cedrus*** (en el centro) y ***Ginkgo*** (a la derecha): **Br**: braquiblasto, **Br-Ma**: braquiblasto transformándose en macroblasto, **Ma**: macroblasto



En las dicotiledóneas esa diferenciación puede existir o no, incluso dentro de un mismo género. Por ejemplo, es muy evidente en algunas especies del género *Schinus* como en el "molle negro" *Schinus fasciculatus*, donde los macroblastos presentan hojas muy diferentes a las de los braquiblastos (es decir, el dimorfismo caulinar se asocia a la heterofilia -hojas dimorfas-), Fig.: 9, o en *Schinus longifolius*, donde las hojas son isomorfas. En otras especies del mismo género como en el "aguaribay" *Schinus molle*, no existe tal diferenciación.

Fig. 3.9: **Rama de "molle",** ***Schinus fasciculatus*** **con macroblastos, braquiblastos y heterofilia**: **Br**: braquiblasto, **Hb**: hoja de braquiblasto, **Hm**: hoja de macroblasto, **Ma**: macroblasto.



En los frutales de carozo y de pepita es interesante desde el punto de vista agronómico para efectuar las podas de fructificación. En los frutales de pepita como en los manzanos y perales, la fructificación ocurre mayoritariamente en braquiblastos o ramas cortas, denominadas **dardos** y **lamburdas**, aunque el manzano también produce macroblastos denominados **brindillas** que rematan en una yema floral. Algunos frutales de carozo, como los durazneros, fructifican preferentemente sobre macroblastos, ramas largas denominadas **rámulos** y **brindillas**. En el ciruelo europeo, la fructificación ocurre sobre braquiblastos denominados **ramilletes**, más raramente sobre macroblastos denominados brindillas. En los damascos, almendros y ciruelos japoneses, la fructificación generalmente se da sobre braquiblastos, pero también puede darse sobre macroblastos, según la especie, los cultivares y el grado de nutrición de la rama. Fig. 3.10.

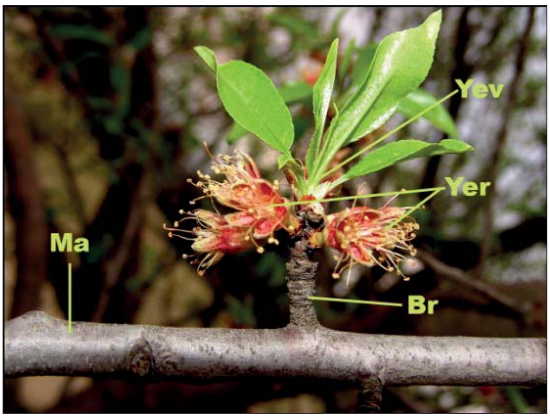


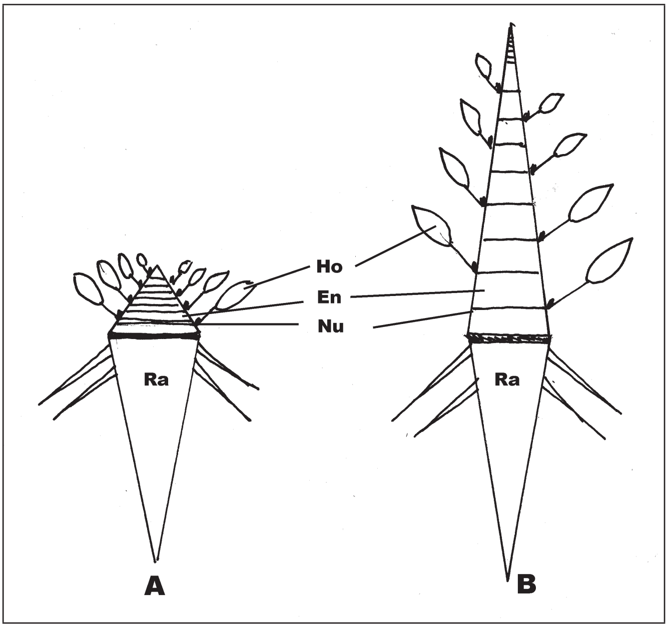
Fig. 3.10: **Fructificación sobre braquiblasto en "almendro",** ***Prunus dulcis*****.**
Br: braquiblasto, **Ma**: macroblasto, **Yer**: yemas reproductivas axilares, **Yev**: yema vegetativa apical.

Macroblastos y braquiblastos en plantas herbáceas

En las plantas dicotiledóneas anuales se pueden distinguir dos tipos de hábito: el **arrosetado** o simplemente **roseta** y el **erecto.** Las plantas en roseta (o roseta foliar) como la colza, la mayoría de las crucíferas, muchas compuestas y labiadas invernales, etc. pasan todo el invierno con un braquiblasto y un manojo de hojas sobre el mismo, la **roseta foliar**. El tallo es muy corto y está al nivel del suelo (no se ve), el meristema apical queda protegido por la roseta de hojas. Al llegar la primavera, los entrenudos apicales activan sus meristemas intercalares y se transforman en un macroblasto portador de flores. En las plantas erectas en cambio, a medida que los entrenudos se van formando en el meristema apical, sus células se alargan y forman un macroblasto, con el tallo claramente

visible y las hojas separadas. Ejemplos. "girasol", la mayoría de la compuestas de verano, las leguminosas, etc. Fig. 3.11.

Fig. 3.11: **Hábito arrosetado** (A) **y erecto** (B) **en dicotiledóneas**. **En**: entrenudo, **Ho**: hoja, **Nu**: nudo, **Ra**: raíz axonomorfa (alorrítica).



Las dicotiledóneas bianuales generalmente pasan el primer año en estado de roseta, para florecer en el segundo año. Algunas dicotiledóneas perennes, como el "diente de león" *Taraxacum officinale*, la "achicoria" *Cichorium intybus*, siempre tienen hábito de roseta. Otras dicotiledóneas perennes son erectas o pueden tener otras formas de crecimiento. En las gramíneas anuales también podemos distinguir dos hábitos el **macollador** y el **poco macollador.** En las gramíneas macolladoras como el "trigo", la "avena", el "centeno" y la mayoría de la gramíneas invernales, durante el invierno, se forma un braquiblasto con un manojo de hojas, que es lo único visible sobre el suelo; de las yemas de ese braquiblasto nacen ramificaciones denominadas macollas que también permanecen en estado de braquiblasto, formando más hojas. Se dice entonces que la planta está en estado de macollaje. Al llegar la primavera en las gramíneas anuales, todos los braquiblastos activan los meristemas intercalares de los entrenudos superiores y forman una caña, que es un macroblasto portador de las inflorescencias por lo tanto, la gramínea pasó del macollaje a la encañazón. En las gramíneas perennes solo se activan los meristemas intercalares de las macollas que van a florecer. Las gramíneas poco macolladoras como el "maíz", el "sorgo granífero" y muchas gramíneas anuales estivales no pasan por una etapa de macollaje, en ellas, el tallo

principal es un macroblasto con unos pocos entrenudos cortos en la base de los que pueden surgir algunas macollas, pero los entrenudos intermedios de la caña se alargan en la medida que se van formando. Fig. 3.12. Las gramíneas perennes, en general, se comportan como macolladoras, pero pueden ser rizomatosas o presentar otras formas de crecimiento.

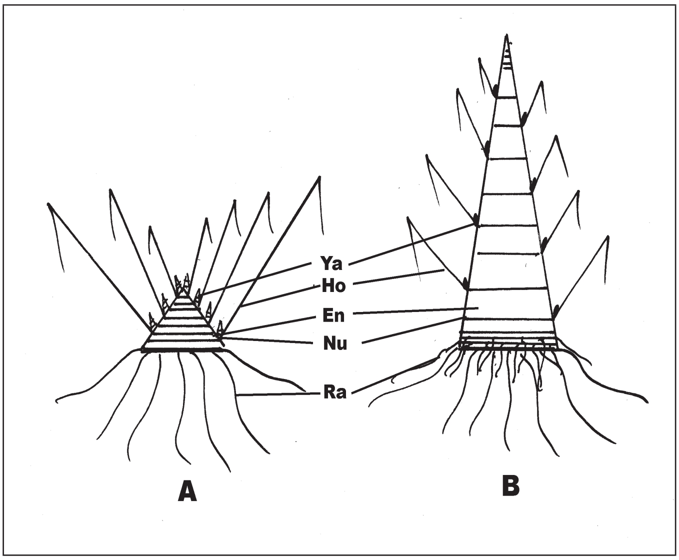


Fig. 3.12: **Hábito macollador (A) y poco macollador (B) en gramíneas.** **En**: entrenudo, **Ho**: hoja, **Nu**: nudo, **Ra**: raíces adventicias fibrosas (homorrícas), **Ya**: yemas axilares

Yemas

Una yema es un rudimento de vástago, el **ápice caulinar** está protegido por una o más hojas modificadas denominadas **tegmentos**, que en conjunto constituyen la **pérula**. A veces, como ocurre en los álamos, existen estípulas que persisten durante el invierno y forman parte de la yema (Fig. 3.13). Ese rudimento de vástago está en estado latente, pero puede activarse, inducido por el ambiente y/o por condiciones propias de la planta, para originar una ramificación o una inflorescencia, según los casos. Por extensión, también se puede denominar yema apical al ápice caulinar en crecimiento, aunque estrictamente no es una yema, ya que está en actividad y no está protegido por tegmentos, lo protegen los mismos primordios foliares. Sin embargo, en los árboles y arbustos caducifolios, el ápice caulinar, en el otoño, detiene su crecimiento, se recubre de tegmentos y se transforma en yema apical. En ese estado pasa el período invernal.

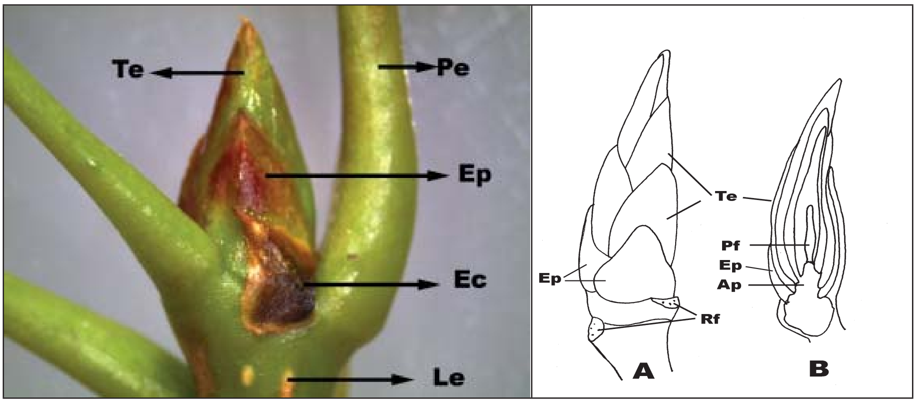


Fig. 3.13. Yema apical de “alamo híbrido”, Populus x canadensis.
Izquierda: Fotografía de una yema en formación con las hojas aún sin caer. Ec: Estípula de la hoja cuyo pecíolo (Pe) se señala y que caerá junto con la hoja, Ep: Estípula de la hoja superior que persistirá formando la yema invernal, Le: Lenticelas, Te: tegmentos.
Derecha: Dibujos de una yema invernal. A. Dibujo exterior, B: Dibujo en corte longitudinal: Ap: ápice caulinar, Ep: estípulas persistentes en la yema, Pf: primordio foliares, Rf: rastros foliares, Te: tegmentos.

En primavera se desprende de sus tegmentos, que dejan una neta cicatriz circular sobre el tallo, la cicatriz de la pérula, y reanuda su crecimiento Fig. 3.14.

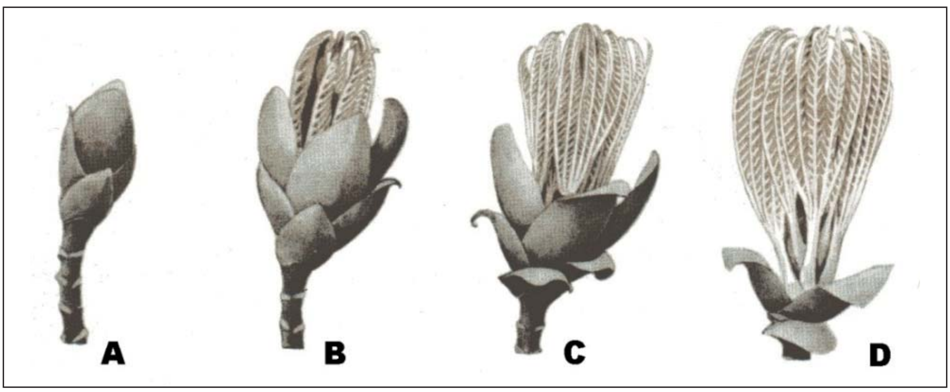


Fig. 3.14: **Brotación de una yema apical del “castaño de las indias”, *Aesculus hippocastanum*.**
A: con la pérula cerrada, **B** y **C**: con la pérula abierta y emergen los primordios foliares, **D**: los tegmentos de la pérula comienzan a desprenderse.

Todo el sistema de yemas presente en una planta, que en un árbol pueden ser muchos miles, participa de las formas de crecimiento y de floración y fructificación de esa planta.

Tipos de yemas

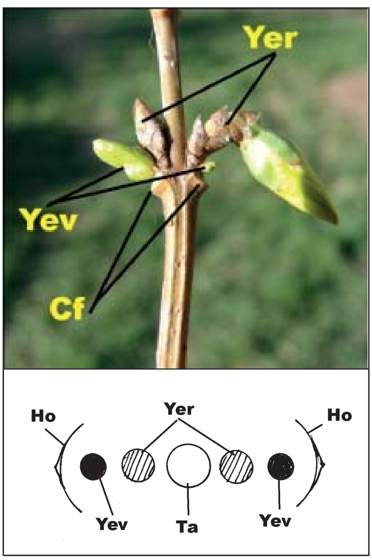
Las yemas se pueden diferenciar según su posición, su producción, el lugar donde se originan, su actividad y su protección:

Según su posición:

1. **Yema apical o terminal**: Es la ubicada en el extremo del tallo o de una ramificación. Cuando está en actividad constituye el ápice caulinar. Generalmente produce hormonas que mantienen en latencia a las yemas axilares próximas, esto se denomina **dominancia apical.**

2. **Yemas axilares** (o **laterales**): se ubican en la base del entrenudo y en la axila de una hoja que se denomina hoja tectriz. Fig. 3.5 A y B.

Generalmente, es única pero, en algunos casos, pueden ser más y se denominan **yemas múltiples**, en este caso la yema cercana al tallo es mayor y es la yema axilar propiamente dicha, en tanto las otras se denominan yemas accesorias. Las yemas múltiples pueden ser **yemas seriales** cuando se ubican una encima de la otra en la axila de la hoja tectriz como en la “madreselva” (*Lonicera japonica*) o la “forsitia” (*Forsythia suspensa*) o **yemas colaterales** cuando se ubican una al lado de la otra, como en el “ajo”, donde cada diente es una yema axilar. Fig. 3.15.



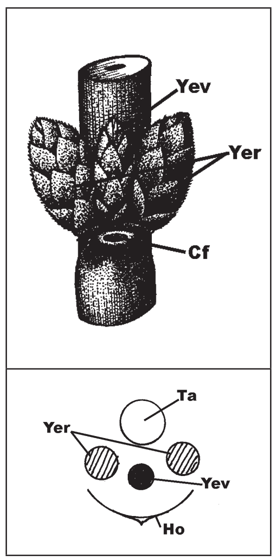


Fig.3.15: **Yemas seriales en “forsitia”, *Forsythia suspensa* (izquierda arriba), su interpretación (izquierda abajo). Yemas colaterales en “duraznero”, *Prunus domestica* (derecha arriba) y su interpretación (derecha abajo).** **Ho**: Hoja tectriz, **Cf**: cicatriz foliar, **Yer**, yema reproductiva, **Yev**: yema vegetativa

Según su producción:

1. **Yemas vegetativas** (de madera o de follaje): Son las que originan una rama. Estas yemas están constituidas por el cono vegetativo que contiene el meristema apical, los primordios foliares y los tegmentos. En ellas se puede analizar la disposición de los primordios foliares, según su plegamiento o la relación que guardan entre sí, fenómeno que recibe el nombre de **prefoliación**. Como la prefoliación es un carácter que tiene valor taxonómico, lo analizaremos en detalle al finalizar el tema yemas.

Las yemas vegetativas son las responsables de las ramificaciones. Pero potencialmente pueden formar una nueva planta, o sea, están ligadas a la reproducción de las plantas, la reproducción asexual. Esto ocurre con bulbos, rizomas, tubérculos, estolones, estacas, etc. Se aprovecha también esta potencialidad para efectuar **micropropagación** en numerosas especies de gran valor agronómico alimenticio u ornamental. Fig. 3.16, 3.17 y 3.18.

2. **Yemas reproductivas** (o florales): Son las que originan una inflorescencia o una flor. Aquí también interesa la disposición de las hojas florales, especialmente de los sépalos y de los pétalos, cuando la yema se transforma en pimpollo, fenómeno que recibe el nombre de **prefloración**. La prefloración tiene gran valor taxonómico y la analizaremos al estudiar flor. Fig. 3.16 y 3.18.

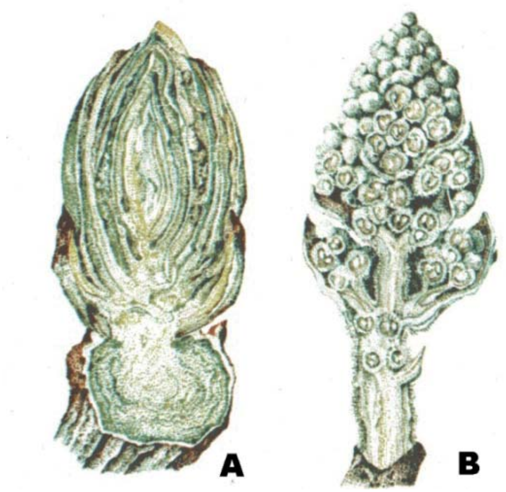


Fig. 3.16. **Yema vegetativa (A) y reproductiva (B) de "lila" *Siringa vulgaris*, cortadas longitudinalmente**

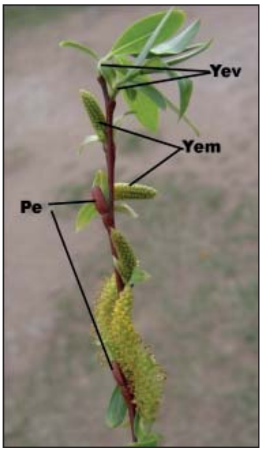


Fig. 3.17. **Yemas vegetativas y mixtas en Sauce híbrido, *Salix x argentinensis*.** **Pe**: pérula formada por un solo tegmento. **Yem**: yemas mixtas con hojas en la base y un amento masculino en el ápice. **Yev**: yemas vegetativas

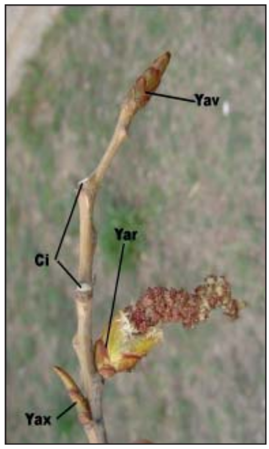


Fig. 3.18. **Yemas vegetativas y reproductivas en álamo híbrido, *Populus X canadensis*.** **Ci**: cicatrices dejadas por los amentos masculinos al caer. **Yar**: yema reproductiva con su pérula integrada por varios tegmentos y un amento masculino, **Yav**: yema vegetativa apical, **Yax**: yema vegetativa axilar.

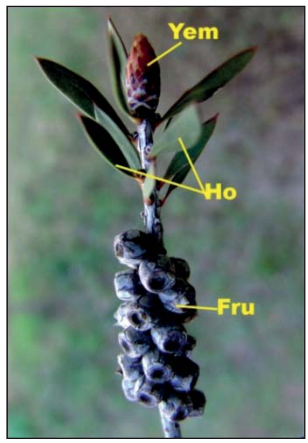


Fig. 3.19: **Yema mixta de "limpiatubos", *Callistemon citrinus*.**
La yema apical (**Yem**) es una yema mixta que al brotar originará una espiga de flores y luego continuará con el crecimiento del tallo y produciendo hojas. **Ho**: hojas del crecimiento anterior. **Fru**: frutos originados por la espiga de crecimiento anterior.

3. **Yemas mixtas**: son las que contienen primordios foliares y florales. Fig. 3.17 y 3.19.

Según el lugar donde se originan:

1. **Yemas normales**: son la yema apical y las yemas axilares.
2. **Yemas adventicias**: se originan en otro lugar del tallo que no sea el ápice o la axila, son las **yemas extraaxilares** en los tallos y las yemas que se originan en otro órgano que no es el tallo, como en las hojas (Ej.: *Kalanchoe*) o las raíces, son las raíces gemíferas ya analizadas. Ej.:

"revienta caballos" (*Solanum eleagnifolium*), "flor amarilla" (*Diplotaxis tenuifolia*).

Según su actividad:

1. **Yemas activas**: las que presentan el meristema apical en actividad.
2. **Yemas inactivas**: El meristema apical esta quiescente o dormido, sin actividad. Podemos distinguir los siguientes tipos de yemas inactivas:

2.1. **Yemas hibernantes**: son las yemas de cualquier posición que están preparadas para pasar el invierno. El meristema, si estaba activo, detiene su crecimiento y se recubre de tegmentos, los que presentan cutícula muy gruesa y generalmente producen mucha pilosidad y resinas, gomas y mucílagos, para soportar las bajas temperaturas. En la primavera siguiente pueden pasar a ser activas o no.

2.2. **Yema durmientes**: son las que permanecen muchos años sin actividad. Pueden ser activadas por algún estímulo externo, como una poda del árbol. Las yemas durmientes pueden ser tanto vegetativas, como reproductivas o mixtas. En algunos casos, la activación de yemas durmientes reproductivas puede estar relacionada a la aparición de fenómenos de **caulifloria** que es la aparición de flores sobre troncos y ramas viejas como en el "cacao" y el "árbol de Judea". Fig. 3.20.

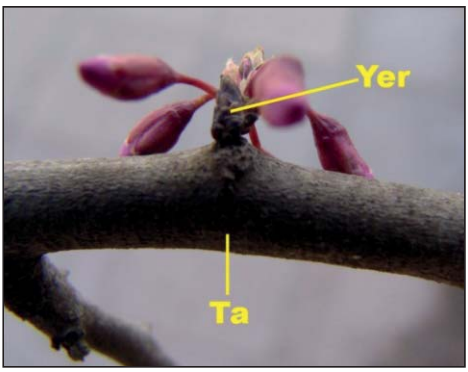


Fig.: 3.20. **Caulifloria en el "árbol de Judea", *Cercis siliquastrum*.**
Ta: tallo leñoso de varios años. **Yer**: yema durmiente desarrollada en una yema reproductiva.

El arrastre de una yema por el crecimiento del tallo o del pecíolo puede dar lugar a fenómenos de concaulescencia y recaulescencia.

Concaulescencia: se da cuando la yema se desplaza hacia arriba en el entrenudo, arrastrada por el crecimiento del mismo, de manera que la flor se aleja de la axila de la hoja tectriz. La flor se inserta en el entrenudo. Ej.: muchas solanáceas. Fig. 3.21.

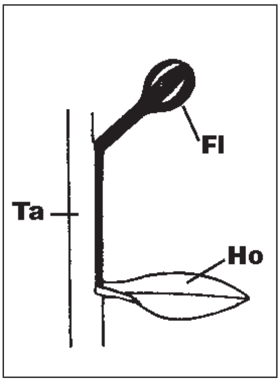
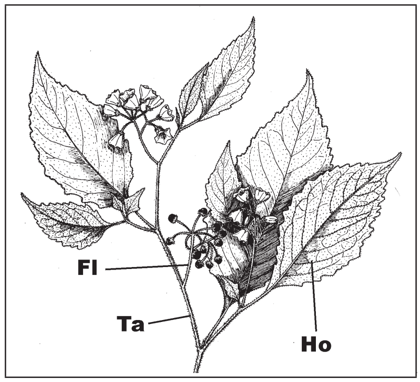


Fig. 3.21: **Concaulescencia en *Solanum* sp.** (derecha) **y su interpretación** (izquierda). **Fl**: flor, en este caso una inflorescencia que nace fuera de la axila de la hoja, **Ho**: hoja, **Ta**: tallo.



Recaulescencia: se da cuando la yema se desplaza sobre la bráctea tectriz, de manera que la flor aparece sobre el pecíolo de la misma o sobre la lámina. Ej.: "tilo", "Santa Rita". Fig. 3.22.

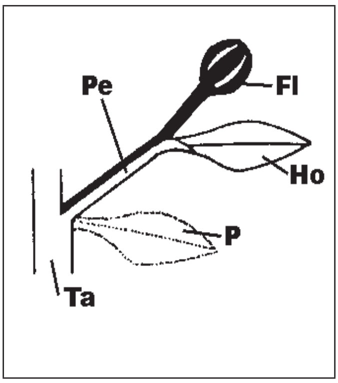
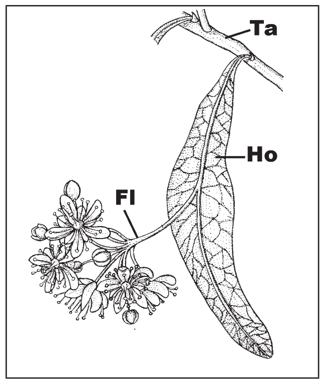


Fig. 3.22: **Recaulescencia en *Tilia* sp** (derecha) **y su interpretación** (izquierda): **Ho**: hoja, en este caso es una bráctea. **Fl**: flor, en este caso una inflorescencia, **P**: posición inicial de la hoja, **Pe**: pecíolo, **Ta**: tallo



Según su protección:

1. **Yemas desnudas**: carecen de tegmentos protectores. Las yemas activas son desnudas, porque se han desprendido de la pérula al iniciar la actividad, aunque suelen estar protegidas por los mismos primordios foliares que produce. La mayoría de las plantas herbáceas presenta yemas desnudas, activas o no.
2. **Yemas peruladas** (protegidas, escamosas o cerradas): con uno o más tegmentos protectores que constituyen la pérula. Son yemas inactivas mientras permanecen cubiertas por la pérula.

Prefoliación

Definimos entonces a la **prefoliación** o **vernación** como la disposición de los primordios foliares en la yema vegetativa. Se hace un corte

transversal de una yema y se observa la disposición de cada primordio de hoja y la relación entre ellos. Siempre es preferible hacer el corte en una yema en brotación, o en el caso de las gramíneas, en una macolla, que es una ramificación. Si la yema es reproductiva se habla de **prefloración** o **estivación**.

Podemos encontrar los siguientes tipos de prefoliación: Fig. 3.23.

Plana: los primordios foliares no se pliegan.

Circinada: los primordios foliares están arrollados sobre su nervio medio, desde el ápice hasta la base. Al desplegarse para originar la hoja, lo hacen en sentido contrario. Es muy frecuente en los helechos pero poco frecuente en dicotiledóneas.

Conduplicada: los primordios foliares están plegados sobre el nervio medio. Es el tipo más frecuente de prefoliación. En las gramíneas, que poseen disposición foliar dística, el primordio de una hoja, se pliega y cubre al de la hoja siguiente. Esta prefoliación es muy frecuente en esta familia y se reconoce porque las macollas que originan estas yemas son muy aplanadas. Ej.: "cebadilla pampeana" (*Bromus catharticus subsp. rupestris*), "pasto ovillo" (*Dactylis glomerata*).

Convoluta: los primordios foliares están arrollados longitudinalmente sobre el nervio medio. En las gramíneas, donde esta prefoliación también es muy frecuente, los primordios de una hoja envuelven al de la hoja siguiente, las macollas originadas son cilíndricas. Ej.: "cebadilla criolla" (*Bromus catharticus subsp. catharticus*).

Corrugada: los primordios foliares están como arrugados, es decir, plegados en todas direcciones.

Involuta: cuando los primordios foliares tienen sus bordes plegados hacia la cara superior o interna en la yema. Ej.: "manzano", "peral", "álamos", etc.

Revoluta: cuando los primordios foliares tienen sus bordes plegados hacia la cara inferior o externa en la yema. Ej.: "lengua de vaca", "laurel de jardín", etc.

Plegada o replegada: los primordios foliares se pliegan a lo largo del nervio medio y de los nervios secundarios. Es muy frecuente en hojas palmadas. Ej.: "olmo siberiano", "plátano", "malva", etc.

Reclinada o doblada: los primordios foliares están plegados transversalmente de manera que el ápice se sitúa junto a la base. Es bastante rara. Ej.: "tulipanero".

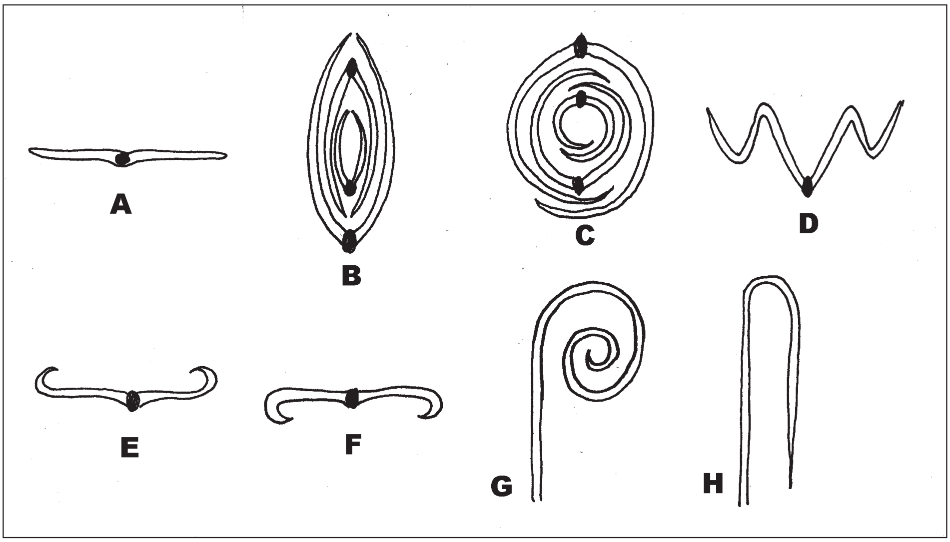


Fig. 3.23. **Tipos de prefoliación.** **A**: plana, **B**, conduplicada, **C**: convoluta, **D**: plegada, **E**: involuta, **F**: revoluta, **G**: circinada, **H**: reclinada

Ramificaciones del tallo

El ápice caulinar origina en su crecimiento el **tallo primario** o principal, portador de yemas axilares. Por la dirección del crecimiento, el tallo primario es **ortótropo** (orto = recto, tropos = dirección), ya que tiene gravitropismo negativo (crece en dirección opuesta a la fuerza de la gravedad) y crecimiento recto y perpendicular al suelo. En algunos casos este tallo primario es el único durante toda la vida de la planta, ocurre en las **plantas monocaules** como en "maíz" (*Zea mays*), "pita" (*Agave americana*) o "mamón" (*Carica papaya*), palmeras, que no ramifican excepto en la inflorescencia; pero en la amplia mayoría de las plantas, las yemas axilares originan ramificaciones primarias que repiten la estructura del tallo principal, son las **plantas pluricaules**. Estas ramificaciones primarias tienen crecimiento **plagiótropo** (plagio = transversal u oblicuo, tropo = dirección), formando un ángulo entre 30° y 90° con el eje principal o tallo primario.

En las dicotiledóneas las dos primeras hojas de una ramificación se denominan **prófilos** y se ubican en forma opuesta y a ambos lados de la rama en formación, por esta razón se denominan **prófilos laterales**; los prófilos son diferentes en forma y tamaño a las hojas normales. En las monocotiledóneas existe un solo prófilo y se ubica entre la rama y el tallo primario, se denomina **prófilo adosado**; este prófilo también

es diferente a las hojas normales, no tiene nervio medio, pero tiene dos nervios laterales, por lo que se interpreta que se ha originado por la soldadura de los prófilos laterales de las dicotiledóneas, en el curso evolutivo. Fig. 3.24.

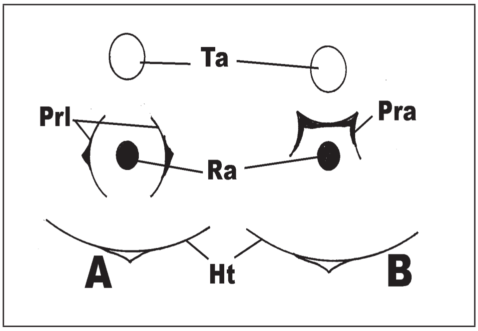


Fig. 3.24: **Prófilos en Dicotiledóneas (A) y en Monocotiledóneas (B)**: **Ht**: hoja tectriz, **Pra**: prófilo adosado, **Prl**: prófilos laterales, **Ra**: rama, **Ta**: tallo principal o eje de la ramificación

Las ramificaciones del eje tallo o eje principal se denominan ramificaciones primarias. Sobre estas ramas primarias se pueden originar ramas secundarias; sobre éstas, ramas terciarias y así sucesivamente originando el **sistema de ramificación** que es característico para cada especie. Sin embargo, no siempre las yemas axilares desarrollan en ramas, entonces el tallo primario permanece sin ramificar.

Atendiendo a estos conceptos, se pueden establecer los siguientes sistemas básicos de ramificación:

1. **Tallos no ramificados (sistema monocaule)**: Solo presentan el tallo principal, sin ramificaciones, excepto en la inflorescencia.
2. **Tallos ramificados (sistema pluricaule)**: El tallo principal se ramifica de alguna manera, pudiendo distinguirse dos tipos principales de ramificación:
    - 2.1. **Ramificación dicotómica**: Es la más primitiva y característica de los helechos. Estas plantas presentan una sola célula apical meristemática (no un tejido meristemático como en los espermatófitos), que se divide en dos, originando una ramificación que toma la forma de horqueta. Esta ramificación es rara en los espermatófitos.
    - 2.2. **Ramificación lateral**: En este caso existe un meristema apical que origina yemas laterales, responsables de las ramificaciones. Esta es la organización típica del ápice caulinar. Atendiendo a la dominancia apical ya señalada podemos distinguir dos tipos importantes de ramificaciones laterales:
        - 2.2.1. **Ramificación monopódica** (o sistema monopódico o monopodial): Donde la yema apical tiene crecimiento

indefinido y presenta dominancia sobre las yemas axilares, e inhibe su desarrollo hasta cierta distancia del ápice, de manera que el tallo principal siempre tiene mayor crecimiento que las ramas. Lo mismo ocurre con las ramas primarias respecto de las secundarias. Los árboles con este sistema de ramificación suelen tener forma cónica. Ej.: "pinos", "álamo piramidal". Fig. 3.27 A.

2.2.1. **Ramificación simpódica** (o sistema simpódico o simpodial): En este caso, las ramas laterales desarrollan más que el tallo primario, ya sea porque la yema terminal no tiene dominancia, o porque detiene su crecimiento y quede en reposo o se transforme en una flor o directamente muera. Entonces, una o más yemas laterales próximas al ápice, se encargan de continuar con el crecimiento. Los árboles con este sistema de ramificación, adoptan una forma globosa o más o menos esférica. Fig. 3.27 B.

Dentro del sistema simpódico de ramificación podemos distinguir:

2.2.1.1. **Monocasio**: En este sistema, solo una yema lateral, la más cercana a la yema terminal, se encarga de continuar con el crecimiento. Se forma así un eje aparentemente continuo en su crecimiento, el **simpodio**, que en realidad está constituido por la suma de los crecimientos de numerosas yemas laterales. El monocasio está relacionado a la filotaxis alterna. Ej.: "vid" donde el tallo (simpodio) está constituido por una sucesión de segmentos simpódicos cada uno de los cuales termina en un zarcillo caulinar. Fig. 3.25.

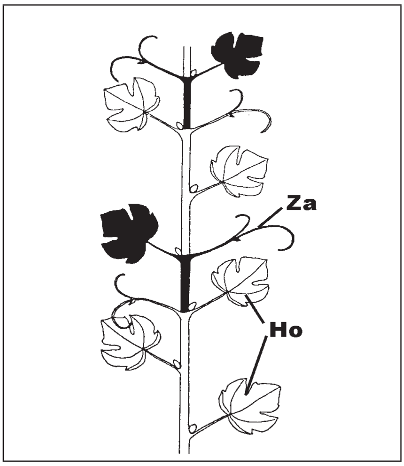


Fig. 3.25: **Monocasio de vid, *Vitis vinifera*.**
El eje aparentemente indefinido resulta de la sucesión de segmentos simpódicos diferenciados en blanco y negro. Cada segmento termina en un zarcillo y el crecimiento continúa por la actividad de la yema axilar de la hoja más joven.
Ho: hoja, **Za**: zarcillo. Tomado de Strasburger

2.2.1.2. **Dicasio:** En este sistema, son dos las yemas que continúan su crecimiento, dando ramas opuestas. El dicasio está relacionado a la filotaxis opuesta. Ej.: "lila", "chamico", "capiquí" y muchas cariofiláceas. Fig. 3.26.

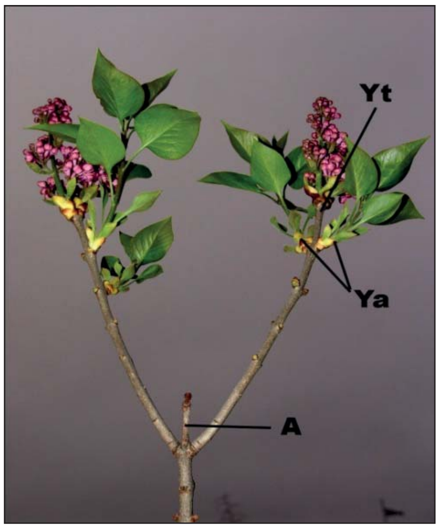


Fig. 3.26: **Dicasio de "lila de Persia", *Syringa persica*.**
Se observa que la yema terminal (**Yt**) se define en una inflorescencia y dos yemas axilares vegetativas (**Ya**) continúan con el crecimiento. En **A** ocurrió lo mismo el año anterior

2.2.1.3. **Pleocasio** (pleiocasio): son más de dos yemas las que continúan con el crecimiento. Es un sistema de ramificación poco frecuente en ramificaciones vegetativas Ej.: inflorescencia de euforbiáceas, malvón (*Pelargonium hortorum*).

Este esquema general de ramificaciones puede ser aplicado a árboles, arbustos y hierbas; pero también a partes de una planta, como las inflorescencias y los rizomas.

Ramificación en las plantas leñosas

Las plantas leñosas generalmente pueden diferenciarse en **árboles**, que presentan un único tronco definido y en **arbustos**, sin ese tronco (con varias ramas de más o menos similar desarrollo). Desde el punto de vista de las ramificaciones, podemos diferenciar ambas formas de crecimiento, analizando los conceptos de **acrotonía** y **basitonía**.

Árboles: en los árboles domina la **acrotonía**; se forma un eje de crecimiento, donde la yema apical y las laterales próximas se ven favorecidas en la nutrición, de manera que ese eje crece continuamente formando el tallo principal o tronco. Ese tronco, con crecimiento más o menos indefinido, dura toda la vida de la planta y se ramifica ampliamente. Fig. 3.27.

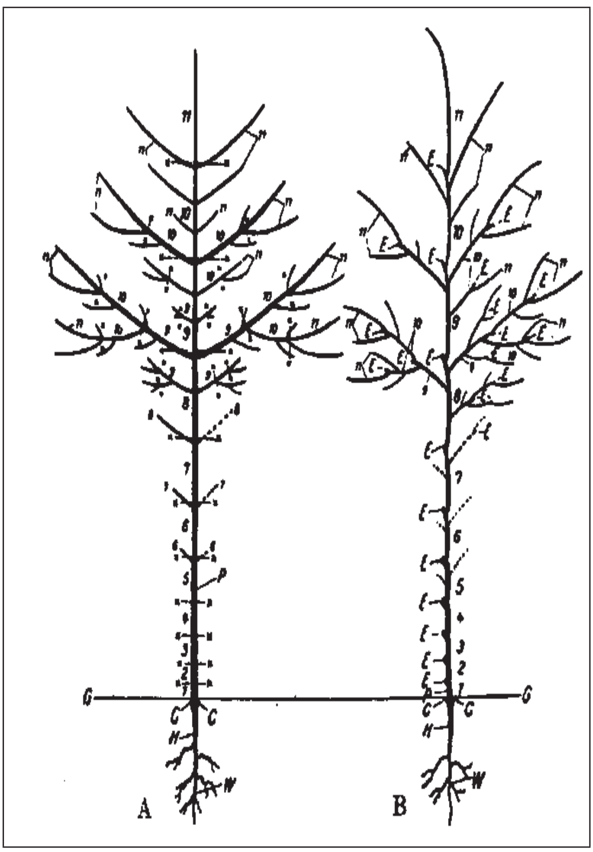


Fig. 3.27: **Sistema de ramificación acrótono en los árboles. A**: con ramificación monopódica, la yema apical detiene su crecimiento cada período de crecimiento y lo reanuda en el siguiente. **B**: con ramificación simpódica, la yema terminal muere cada año (E) y es reemplazada por una yema axilar próxima. G-G: nivel del suelo. Los números señalan el crecimiento en períodos de crecimiento sucesivos. Tomado de Strasburger.

La ramificación en los árboles es predominantemente monopódica; donde la yema terminal no es reemplazada; es lo más corriente en las gimnospermas Ej.: “pinos”, “cipreses”, “araucarias” y en muchos árboles dicotiledóneos: “eucaliptos”, “arces”, “álamos”, “sauces”, “fresnos”.

Las ramificaciones simpódicas también son comunes en árboles dicotiledóneos; en ellos la yema terminal es reemplazada por una lateral próxima, que se convierte en yema apical durante un cierto crecimiento y a su vez es también reemplazada. Ej.: “olmos”, “tilos”, “castaño”, “catalpa”.

Ya hemos señalado que algunos árboles no ramifican (salvo en la inflorescencia); forman un eje único denominado **estípite** –sistema monocaule-, como en los helechos arborescentes, palmeras y en muy pocas dicotiledóneas como el “mamón” o “papaya” (*Carica papaya*).

Arbustos: en los arbustos domina la **basitonía**, donde la yema terminal deja de crecer, luego de un cierto tiempo, porque se favorece la nutrición de las yemas basales de la planta; de esta manera se forman nuevos vástagos cada año, que igualan o superan el crecimiento a los del año anterior.

Esta zona basal de renovación de yemas, llamada zona de innovación, queda ligeramente enterrada y suele formar una base leñosa, gruesa, corta y nudosa denominada **xilopodio**, donde participa fundamentalmente la raíz, pero también parte del tallo. Las ramas aéreas generalmente se ramifican poco y tienen una altura y duración limitadas. La ramificación, de todos modos, casi siempre es simpódica. Fig. 3.28.

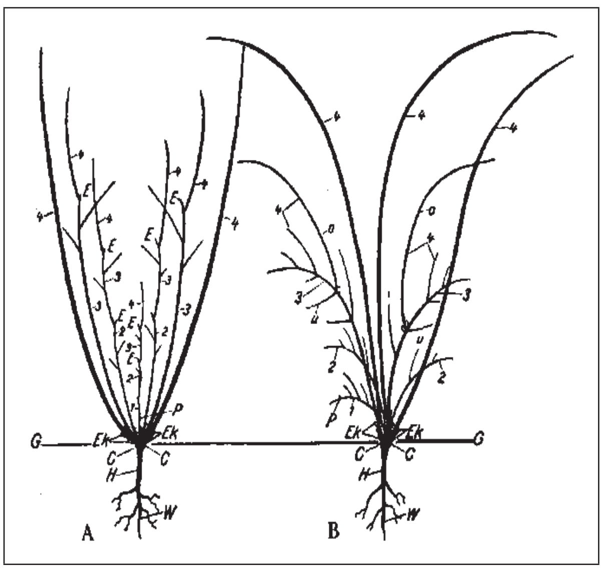


Fig. 3.28: **Sistema de ramificación basítono en los arbustos. A**: en “avellano”, *Corylus avellana*; **B**: en “sauco”, *Sambucus nigra*. 1-4: ramas de años distintos en orden de aparición, la número 4 es del último año. G-G: nivel del suelo, Ek: yemas de renuevo del xilopodio, C: nudo cotiledonar, H: hipocótilo., P: brotes del primer año dominados. Tomado de Strasburger

Ramificación en las plantas herbáceas

En las plantas herbáceas el sistema de ramificación predominante es simpódico, tanto en dicotiledóneas como en monocotiledóneas. Sin embargo existen formas no ramificadas (salvo en la inflorescencia) como el maíz (seleccionado por este carácter), el "junquillo", la "pita", etc. En estos casos es más interesante y práctico analizar las formas de crecimiento (hábito o porte) atendiendo no solo a las ramificaciones, sino también a la dirección del crecimiento de los tallos, su consistencia, la presencia de tallos subterráneos, etc.

Ramificación en las zonas reproductivas

Inflorescencias

Inflorescencia es un vástago portador de flores. Esta inflorescencia puede constar de una flor, **inflorescencias unifloras**, como en a magnolia o el tulipán; o de dos o más flores, son las **inflorescencias plurifloras**.

Las **inflorescencias unifloras** pueden ser terminales cuando la yema apical desarrolla en una flor, es el caso de la magnolia; o pueden ser axilares como en la camelia. En este caso, el eje que soporta la flor se denomina pedúnculo, porque se considera que esta única flor, surgió por reducción de una inflorescencia pluriflora, en el curso evolutivo. Este pedúnculo puede llevar brácteas protectoras, que son hojas modificadas.

Las **inflorescencias plurifloras** son complejas y están constituidas por las flores que se disponen sobre un eje común, el raquis de la inflorescencia, que a su vez, está soportado por el pedúnculo. Además pueden existir brácteas y bractéolas. Se analizan estas partes:

Pedicelo: es el eje que sostiene la flor. Si falta, la flor es sentada.

Raquis: es el eje de la inflorescencia, puede ser largo, corto o ensanchado en forma de plato, en cuyo caso recibe el nombre de **clinanto**, como en el "girasol" y todas las compuestas.

Pedúnculo: es el eje que soporta la inflorescencia. Es el entrenudo que comienza en la última hoja y termina en el raquis.

Brácteas: son hojas modificadas, generalmente de menor tamaño que los nomófilos, dispuestas en los nudos del raquis y de cuya axila, nacen las ramificaciones del raquis.

Bractéolas: también son hojas modificadas que se ubican sobre los nudos de las ramificaciones del raquis.

Según el sistema de ramificación que adopta el raquis, su grado y forma de desarrollo podemos distinguir las siguientes inflorescencias plurifloras:

1. **Inflorescencias racimosas** (también llamadas indefinidas, botríticas o abiertas): En estas inflorescencias el sistema de ramificación es monopódico, el crecimiento de la yema apical es teóricamente indefinido y produce botones florales a sus costados. Estos botones florales abren sucesivamente desde la base hacia el ápice (desarrollo acrópeto); si el raquis tiene desarrollo vertical. Si el raquis presenta desarrollo horizontal, las flores abren desde el exterior hacia el interior (desarrollo centrípeto). Se pueden distinguir los siguientes tipos principales de inflorescencias racimosas (Fig. 3.29):
    - 1.1. **Racimo** (racimo simple): el raquis tiene desarrollo vertical y las flores son pediceladas. Ej.: “mostacilla”, “bolsita del pastor”, “ombú”.
    - 1.2. **Racimo compuesto**: el raquis tiene desarrollo vertical y sobre él se disponen ramificaciones sobre las cuales se disponen las flores pediceladas. Es un racimo de racimos. Esta inflorescencia suele denominarse panícula. Ej.: “vid”.
    - 1.3. **Corimbo**: el raquis tiene desarrollo vertical pero muy corto, de manera que las flores, que son pediceladas, llegan a un mismo nivel. Ej.: “peral”, “guindo”, “crataegus”.
    - 1.4. **Espiga** (espiga simple): el raquis presenta desarrollo vertical, pero las flores son sentadas. Ej.: “peludilla”, *Plantago patagonica*
    - 1.5. E**spiga compuesta**: el raquis tiene desarrollo vertical y sobre él se disponen ramificaciones sobre las cuales se disponen las flores sentadas. Es una espiga de espiguillas. Es una inflorescencia común en las gramíneas. Puede ser **espiga dística** si las espiguillas se disponen a ambos lados del raquis, en dos hileras opuestas (trigo, cebada, centeno); **espiga unilateral** si las espiguillas se disponen hacia un solo lado del raquis en una hilera o **espiga cilíndrica** si el raquis es grueso y las espiguillas se disponen en muchas hileras (mazorca del maíz).
    - 1.6. **Amento**: el raquis delgado y flácido, de manera que es péndulo; sobre él se disponen flores generalmente unisexuales sobre pedicelos muy cortos (álamos, sauces).
    - 1.7. **Espádice**: es una espiga con el raquis grueso sobre el que se disponen flores unisexuales, protegida por una hoja muy

modificada y a veces muy coloreada, la espata. Ej.: "cala" (*Zantedeschia aethiopica*).

1.8. **Régimen**: es similar al espádice, pero el raquis es grueso y lignificado y de él parten ramas que terminan en una espiga, todo protegido por una o más espatas leñosas. Es la inflorescencia de las palmeras.

1.8. **Umbela**: el raquis se reduce a un punto, del cual nacen los pedicelos florales, denominados radios. Ej.: "hiedra" (*Hedera helix*).

1.9. **Umbela compuesta**: el raquis se reduce a un punto, del cual nacen los radios que llevan una umbela apical. Es una umbela de umbélulas. Ej.: "zanahoria" y gran mayoría de las Umbelíferas.

1.10. **Capítulo**: el raquis presenta desarrollo horizontal, forma un disco o r ceptáculo común, el clinanto, sobre el cual se disponen las flores sentadas. El clinanto está protegido por brácteas denominadas **brácteas involucrales** que en conjunto forman el involucro. Las flores nacen en la axila de una bráctea muy modificada, escariosa, denominada **pálea**, que puede faltar. Ej. : "girasol" y todas las Compuestas.

1.11. **Racimos espiciformes unilaterales**: Son inflorescencias compuestas, donde el raquis es continuo y sobre él, hacia un solo lado, se disponen espiguillas sobre ramas muy cortas. Es una inflorescencia frecuente en las gramíneas, donde estos racimos suelen agruparse de manera diversa. Ej.: "pasto miel", "pasto colchón".

1.12. **Panoja**: Es un racimo de espiguillas, donde las ramas pueden ser muy largas (panoja laxa) o cortas (panoja densa). Es una inflorescencia común en las gramíneas. Ej.: "avena", "pasto llorón", "moha".

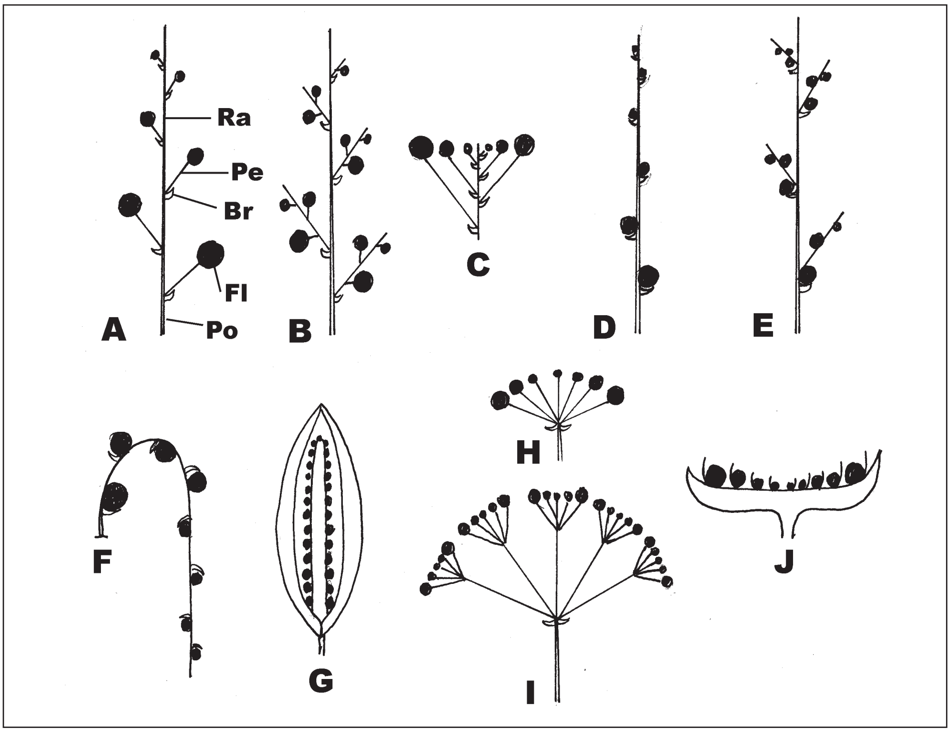


Fig. 3.29: **Esquema teórico de las inflorescencias racimosas**: **A**: racimo simple, **B**: racimo compuesto, **C**: corimbo, **D**: espiga simple, **E**: espiga compuesta, **F.** amento, **G**: espádice, **H**: umbela simple, **I**: umbela compuesta, **J**: capítulo. **Br**: bráctea, **Fl**: flor, **Ra**: raquis, **Pe**: pedicelo. **Po**: pedúnculo. En todos los casos el tamaño de la flor indica el orden de apertura.

2. **Inflorescencias cimosas** (también llamadas definidas o cerradas): En estas inflorescencias el sistema de ramificación es simpódico, la yema apical remata en una flor que detiene su crecimiento, este es definido y produce botones florales a sus costados. Estos botones florales abren sucesivamente desde el ápice hacia la base (desarrollo basípeto), si el raquis tiene desarrollo vertical. Si el raquis presenta desarrollo horizontal, las flores abren desde el interior hacia el exterior (desarrollo centrífugo). Según el número de ramas floríferas que se desarrollan en cada nudo, debajo de la flor apical tenemos (Fig.3.30):
   2.1. **Monocasios** (o **cimas uníparas**): si es una sola rama, con las siguientes variantes:
      2.1.1. **Cima escorpioide**: Las ramificaciones nacen siempre de un solo lado, de manera que la inflorescencia parece enroscarse como la cola de un escorpión. Si

las ramas se disponen en un solo plano estamos en presencia del **drepanio** (*Juncus* ssp.) y si se disponen sobre planos perpendiculares la inflorescencia se conoce como **cincino**. Ej. "no me olvides" y otras Boragináceas.

2.1.2. **Cima helicoide**: Cuando las ramificaciones nacen a ambos lados del eje madre. Igual que en el caso anterior, las sucesivas ramificaciones pueden quedar en un plano, es el **ripidio**, Ej.: "lirio" o en planos perpendiculares, es el **bostrix**, Ej.: "flor de un día" (*Hemerocallis* ssp)

2.2. **Dicasios o Cimas** (cimas **bíparas** o **dicotómicas**): Si son dos ramas opuestas las que nacen debajo de la flor y de ellas otras dos, y sucesivamente. Común en las Cariofiláceas.

2.3. **Pleocasios** (**pleiocasios** o **cimas multíparas**): Si son tres o más ramas en cada nudo. En este caso podemos distinguir:

- **Cima umbeliforme**: es una cima con forma de umbela. Ej.: *Geranium* ssp
- **Cima corimbiforme**: Es una cima con forma de corimbo. Ej.: "lino", *Linum usitatissimum*.
- **Cima contraída** (o glomérulo): es una cima con flores cortamente pediceladas sobre un eje contraído. Ej. *Urtica* ssp. Si el eje se torna carnoso a la madurez, da origen a un fruto carnoso, el **sorosio**. Ej.: "morera" *Morus alba*, "maclura" *Maclura pomifera*.
- **Ciatio**: es una cima contraída con una sola flor femenina central y 4 ó 5 flores masculinas reducidas a un estambre, sobre un receptáculo común. Ej.: *Euforbia* ssp.
- **Sicono**: es una cima contraída, con un receptáculo común suculento y acopado o piriforme que contiene flores sentadas y femeninas en la base y masculinas más arriba. Ej.: "higuera" *Ficus carica*.

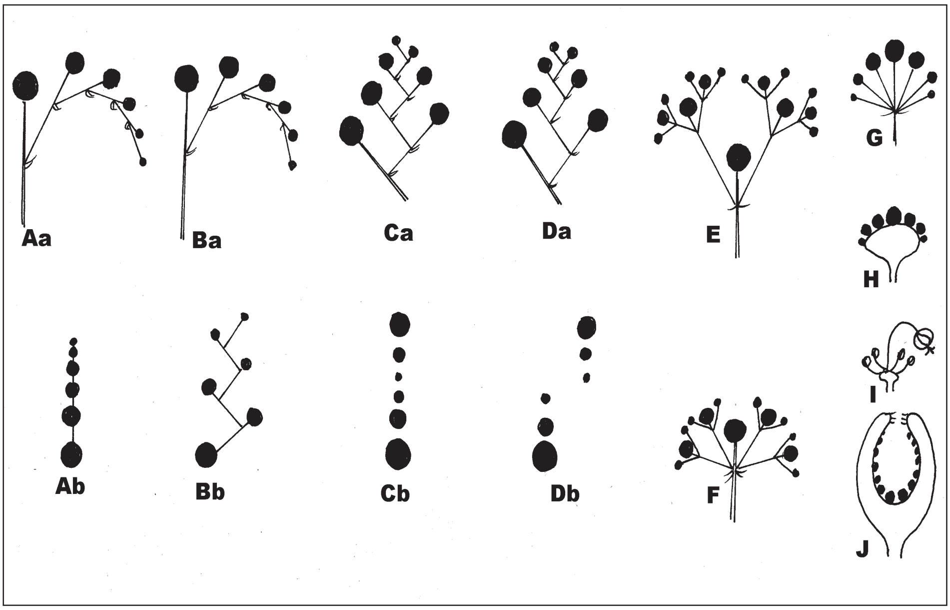


Fig. 3.30: **Esquema teórico de las inflorescencias cimosas**: **Aa**: drepanio en vista lateral, **Ab**: drepanio en vista superior, **Ba**; cincino en vista lateral, **Bb**: cincino en vista superior, **Ca**: ripidio en vista lateral, **Cb**: ripidio en vista suprior, **Da**: bostrix en vista superior, **Db**: bostrix en vista superior, **E**: dicasio, **F**. pleocasio, **G**: cima umbeliforme, **H**: cima capituliforme, **I**: ciatio, **J**: sicono. En todos los casos el tamaño de la flor indica el orden de apertura

Además existen inflorescencias complejas, en parte cimosas y en parte racimosas, como las **tirsoides**, cuyo eje principal es definido por una flor, pero los ejes laterales de primer orden y sucesivos son indefinidos.

Tipos de tallo y modificaciones

Se consideran tallos modificados a aquellos que pasan a cumplir una función diferente a las corrientes, como la reproducción vegetativa o a los que exageran una función determinada, fundamentalmente las de fotosíntesis y almacenamiento y también a los que se ubican en una posición distinta a la típica. Los tallos modificados suelen cambiar su morfología, de manera que, frecuentemente, se dificulta su reconocimiento como tales. Serán analizados a continuación dentro de los diferentes tipos de tallos.

Según su ubicación respecto al nivel del suelo, podemos diferenciarlos en:

1. **Tallos subterráneos**: son tallos modificados que se desarrollan debajo de la superficie del suelo, no realizan fotosíntesis, adquieren

la función de reproducción vegetativa e incrementan la función de reserva. Constituyen una adaptación de las plantas que los poseen a las bajas temperaturas. Pueden ser:

1.1. **Bulbos**: un bulbo en realidad es un cormo que consta de un braquiblasto denominado **disco** (o platillo) con una yema apical, raíces adventicias en la base y hojas modificadas denominadas **catáfilos** (cata = abajo, filo = hoja) en los nudos que se conocen comúnmente como túnicas. Según el desarrollo de estas túnicas se diferencian distintos tipos de bulbos: **bulbos tunicados** (Fig. 3.31), como el de la "cebolla", donde las túnicas se cubren unas a otras, siendo las interiores carnosas y reservantes y las exteriores membranosas; **bulbos reticulados** si la disposición es la misma, pero con todas las túnicas secas y membranosas; **bulbos escamosos** cuando las túnicas se solapan, siendo las exteriores más cortas como en la azucena y finalmente, en los **bulbos macizos** (o sólidos), también denominados **cormos**, donde el disco adquiere gran desarrollo ocupando la mayor parte del bulbo y las túnicas son delgadas como en el "azafrán", gladiolo y en la gran mayoría de las monocotiledóneas (Fig. 3.32).

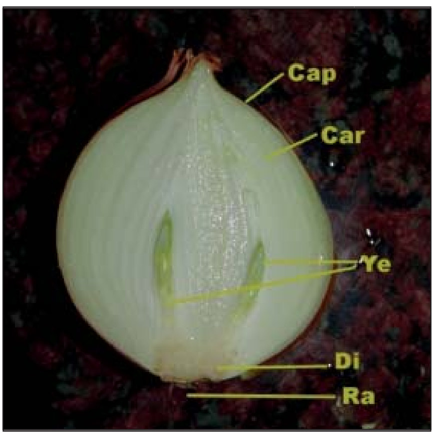


Fig. 3.31: **Corte longitudinal de un bulbo tunicado de cebolla con dos yemas apicales. Cap**: catáfilos o túnicas escamosas, **Car**: túnicas de reserva, **Di**: disco, **Ra**: raíces homorríticas, **Ye**: yemas en brotación.

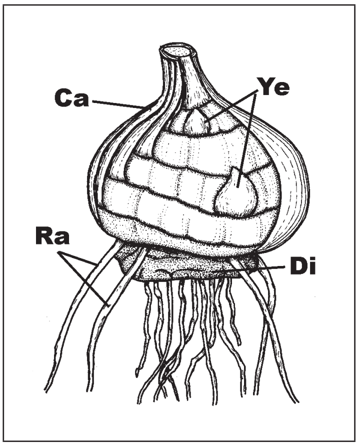
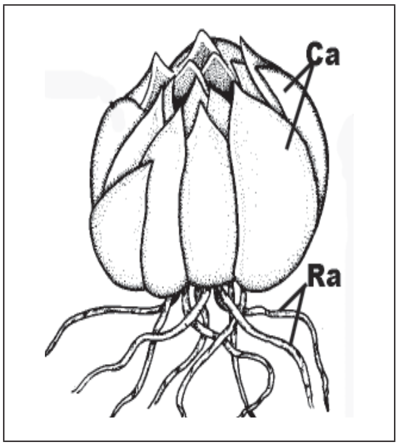
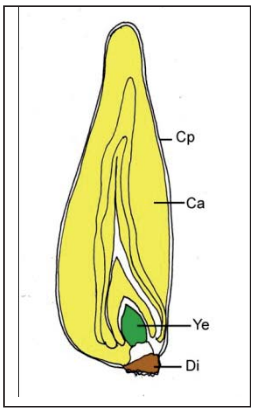


Fig. 3.32: **Bulbo macizo de gladiolo (a la izquierda) y de azucena (a la derecha).** **Ca**: Catáfilos, **Di**: disco, **Ra**: raíces homorríticas, **Ye**: yema axilar.



También existen bulbos compuestos como en el "ajo", la "cabeza" del ajo es el bulbo, donde cada túnica escamosa es portadora de una yema axilar que desarrolla en un bulbo secundario, el "diente", denominado **bulbillo**. Cada diente está formado por un disco que lleva una yema apical, envuelta por catáfilos carnosos y con funciones de reserva y un catáfilo coriáceo de protección. Fig. 3.33.

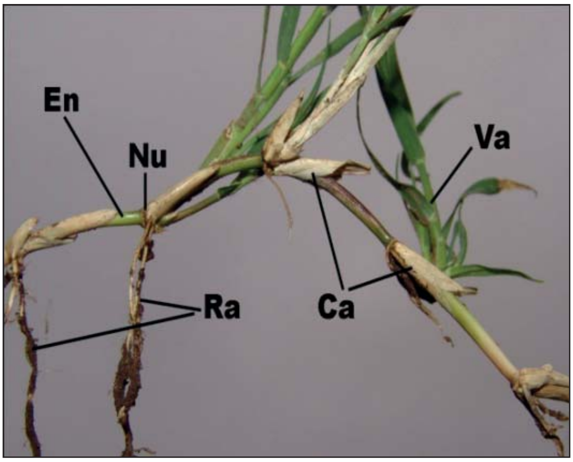
Fig. 3.33: **Diente de ajo: Ca**: catáfilos de reserva**. Cp**: catáfilos de protección. **Di;** disco. **Ye**: yema



Las raíces de los bulbos suelen ser contráctiles, de manera que al madurar, se contraen y arrastran al bulbo a una profundidad propia de cada especie. Los bulbos son muy frecuentes en monocotiledóneas y son estructuras de almacenaje y reproducción.

1.2. **Rizomas**: son tallos de crecimiento horizontal, es decir, que presentan plagiotropismo. Crecen a una profundidad

característica para cada especie. Contienen una yema apical, nudos con catáfilos escamosos y yemas axilares. De los nudos se originan también raíces adventicias. Estos tallos contienen parénquimas reservantes y como las yemas axilares pueden formar vástagos aéreos, tienen funciones de reproducción. Según su diámetro pueden ser largos y delgados (**rizomas leptomorfos**) o cortos, gruesos y con abundantes reservas (**rizomas paquimorfos**) y según su consistencia pueden ser herbáceos o leñosos. Fig. 3.34.



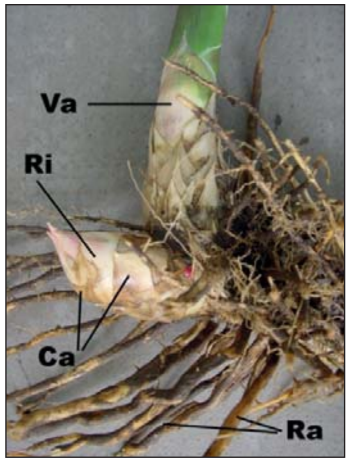


Fig. 3.34: **Rizomas leptomorfo de "gramón",** ***Cynodon dactylon*** (izquierda)
Rizoma paquimorfo de "caña de castilla", ***Arundo donax*** (derecha).
Ca: catáfilos, **En**: entrenudo, **Nu**: nudo, **Ra**: raíces adventicias, **Ri**: rizoma, **Va**: vástago aéreo originado en una yema axilar del rizoma.

De acuerdo con su sistema de ramificación podemos distinguir:

1.2.1. **Rizomas simpódicos** o **definidos**: en los cuales la yema terminal desarrolla en un tallo aéreo. El crecimiento del rizoma continúa merced al desarrollo de una yema axilar próxima. Son los rizomas más comunes. Suelen tener crecimiento más limitado y ser menos invasores; pero, de todos modos, en el curso de los años pueden cubrir grandes extensiones. Un caso particular lo constituyen los rizomas muy cortos de la gran mayoría de las gramíneas perennes, llamados **rizomas de cespitosa.**, Ej.: "festuca" *Festuca arundinacea*, "pasto ovillo" *Dactylis glomerata*, "pasto llorón" *Eragrostis curvula*.

1.2.2. **Rizomas monopódicos** o **indefinidos**: en estos rizomas la yema terminal continúa con su crecimiento teóricamente indefinido. Los brotes epigeos se originan en las yemas axilares. Son menos frecuentes. Suelen ser muy invasores y pueden constituirse en malezas muy agresivas. Ej.: "bambú amarillo" *Phyllostachys aurea*, "sorgo de Alepo" *Sorghum halepense*, "gramón" *Cynodon dactylon*.

1.3. **Tubérculos (tubérculos caulinares)**: son tallos, de ordinario subterráneos y de crecimiento limitado, casi siempre muy engrosados por el acúmulo de reservas en su medula y/o en su corteza. Los tubérculos son tallos modificados con funciones de reserva y de reproducción.

En el caso de la "papa" (*Solanum tuberosum*), el tubérculo se forma por engrosamiento de los últimos entrenudos de ramas originadas en yemas cotiledonares y basales, con crecimiento horizontal, que termina enterrándose. Los "ojos" son yemas axilares de una ramificación que nace en la axila de catáfilos que han caído; la yema central es la apical de esa ramificación y las dos laterales son yemas axilares de los prófilos. Fig. 3.35 y 3.36:

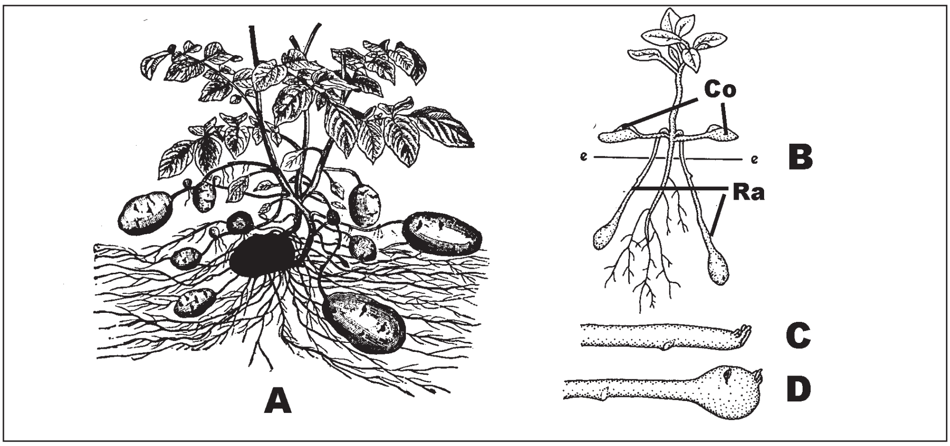


Fig. 3.35: **Formación de un tubérculo en papa**: **A**: Planta adulta con tubérculos desarrollados. **B**: Plántula con el desarrollo de ramas (**Ra**) que nacen de la axila de los cotiledones (**Co**). **C**: rama sin tuberizar. **D**: rama en comienzo de tuberización. (Tomado de Strasburger).

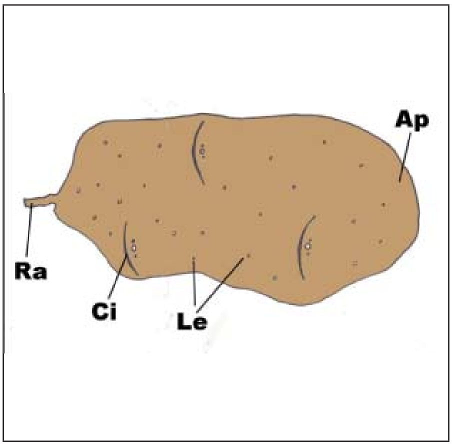
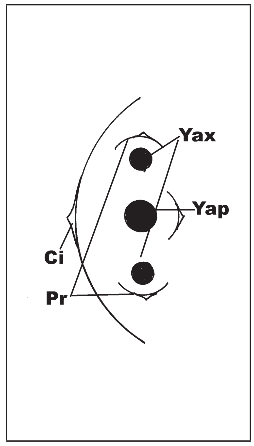


Fig. 3.36: **Tubérculo de "papa"** (izquierda) **y el esquema de un "ojo"** (derecha). **Ap**: ápice de la ramificación, **Ci**: cicatriz dejada por un catáfilo, Le: lenticelas, **Pr**: prófilos, **Ra**: ramificación, **Yap**: yema apical, **Yax**: yema axilar.



También se puede considerar tubérculo al hipocótilo engrosado de la "remolacha" aunque la raíz engrosada participa en diferente grado.

En el "colinabo", *Brassica oleracea* var. *gongylodes*, engruesan los entrenudos basales del tallo y el tubérculo es aéreo.

2. **Tallos aéreos**: desarrollan sobre el suelo, en una posición típica y pueden modificarse o no. Existen numerosos tipos de tallos aéreos, atendiendo a la dirección de su crecimiento, su consistencia, sus funciones, etc. siendo los más importantes:

2.1. **Tallos rastreros o de crecimiento horizontal**: se originan en las yemas basales del tallo principal, muy frecuentemente de las **yemas coltiledonares** (son las yemas ubicadas en la axila de los cotiledones) o de las yemas de los protofilos (primeas hojas de una plántula). Como los rizomas, presentan plagiotropismo. Se pueden distinguir:

2.1.1. **Estolones**: son ramas originadas por yemas basales del eje principal, con crecimiento horizontal y crecen paralelos a la superficie del suelo, generalmente sobre el mismo (estolones epigeos) como en la "frutilla" *Fragaria* x *ananassa*, el "trébol blanco" *Trifolium repens* y en la "gramilla rastrera" *Cynodon hirsutus*; pero a veces, apenas debajo del mismo (estolones hipogeos) como en la "menta" *Mentha* x *piperita*. En los nudos se forman raíces adventicias y la yema axilar origina un vástago. Ese vástago termina independizándose de la planta madre, de manera que los estolones son estructuras de reproducción. Fig. 3.37.



Fig. 3.37: **Estolón de "trébol blanco, *Trifolium repens*. Ca**: catáfilo, **E**: entrenudo, **No**: nódulo radical, **Nu**: nudo, **Ra**: raíces adventicias, **Va**: vástago aéreo, **Ya**: yema axilar en desarrollo

2.1.2. **Tallos procumbentes** o **postrados**: son tallos con pocos tejidos de sostén, de manera que deben crecer apoyados en el suelo, generalmente sin arraigar. Se diferencian de los estolones por no ser estructuras de reproducción. Si arraiga ocasionalmente, el tallo postrado no se independiza del eje madre. Ej.: "sandía del zorro", *Cucumis anguria*.

2.1.3. **Tallos decumbentes**: son similares a los anteriores, pero con el extremo florífero más o menos erguido. Ej.: "paico rastrero", *Chenopodium multifidum*.

2.2. **Tallos de crecimiento oblicuo**: como en el caso de los tallos rastreros, presentan plagiotropismo, pero forman un ángulo de aproximadamente 45º con el eje primario. Las ramificaciones primarias de los árboles y de las hierbas tienen esta dirección de crecimiento.

2.3. **Tallos de crecimiento vertical**: es la forma de crecimiento más corriente en el tallo primario de árboles, arbustos y hierbas. Estos tallos presentan ortotropismo (orto = recto, tropismo = dirección). Atendiendo a su consistencia y morfología, podemos hacer la siguiente distinción:

2.3.1. **Tallos herbáceos**: son tallos de consistencia herbácea, es decir, el xilema no está lignificado o se lignifica muy débilmente. En las plantas anuales estos tallos mueren al finalizar la estación favorable, como en la "mostacilla" *Sisymbrium irio* o la "bolsita del pastor" *Capsella bursa-pastoris*; en las plantas perennes generalmente se forman y mueren cada año, como en la "alfalfa". En las plantas bianuales se forman y mueren en el segundo año, como

en el "paño" *Verbascum thapsus* o la "lechuga" *Lactuca sativa*.

2.3.2. **Tallos semileñosos**: son tallos de mayor consistencia que los anteriores, ya que el xilema esta algo lignificado. Estos tallos, por lo menos parcialmente, persisten de un año para otro. Ej.: "malvón", *Pelargonium hortorum*, "verbena", *Verbena bonariensis*.

2.3.3. **Tallos leñosos**: en estos tallos, el xilema está fuertemente lignificado. Son los tallos de los arbustos y de los árboles.

2.3.4. **Estípites**: son tallos leñosos que no ramifican, excepto en la inflorescencia. En ellos no se diferencian yemas axilares, o si lo hacen, permanecen latentes o durmientes. Ej.: "palmeras", "mamón" *Carica papaya*.

2.3.5. **Escapos**: son tallos herbáceos, no ramificados, carecen de hojas y de yemas. Generalmente es un entrenudo desarrollado que lleva la inflorescencia en el extremo. Pueden ser huecos como en el "diente de león" *Taraxacum officinale* y los "junquillos" *Narcissus* ssp. o macizos como en el "llantén" *Plantago lanceolata*.

2.3.6. **Cañas**: es el tallo típico de las gramíneas, con nudos bien marcados y entrenudos más o menos largos.

2.4. **Tallos trepadores o escandentes**: son tallos adaptados a trepar sobre un soporte. Se consideran modificados y adaptados al mejor aprovechamiento de la luz solar. Si los tallos tienen consistencia leñosa, se denominan **lianas**; si la consistencia es herbácea son **enredaderas**.

2.4.1. **Trepadores volubles**: estos tallos carecen de estructuras especiales para trepar, pero tienen la capacidad de enroscarse sobre un soporte, ya que presentan **tigmotaxis** (tigmo = contacto, taxis = ordenación), son sensibles y responden al contacto con el soporte. Generalmente presentan entrenudos muy largos. Pueden ser **dextrógiros** (o dextrovolubles) cuando giran en el mismo sentido que las agujas del reloj como en "glicina" *Wisteria sinensis*, "poroto" *Phaseolus vulgaris* y la "correhuela" *Convolvulus arvensis*; o levógiros (o levovolubles) cuando giran en sentido contrario como en "madreselva" *Lonicera japonica*.

2.4.2. **Trepadores con zarcillos**: en este caso las plantas presentan zarcillos, que son órganos filamentosos con tigmotaxis, o sea, son órganos capaces de reaccionar al

tacto o contacto, especializados en enroscarse en un soporte. Los zarcillos pueden ser de origen caulinar como en la “vid” y la mayoría de las Vitáceas o en la “pasionaria” *Passiflora coerulea*; o de origen foliar como en la “vicia” *Vicia* ssp, los “zapallos” y la mayoría de las Cucurbitáceas. En algunos casos, como en la “parra loca” los zarcillos pueden transformar su extremo en ventosas que adhieren a superficies planas como una pared. Fig. 3.38.

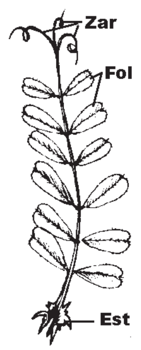
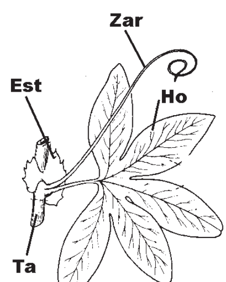


Fig. 3.38: A la **izquierda** dibujo de una hoja de “vicia”, ***Vicia villosa*** con tres folíolos transformados en zarcillos; a la **derecha** esquema de un zarcillo en “pasionaria” ***Passiflora coerulea***:
Est: estípulas, **fol**: folíolos, **Ho**: hoja tectriz, **Ta:** tallo típico, **Zar**: zarcillo



2.4.3. **Trepadores radicales**: en estos casos, los tallos forman raíces adventicias, que son adherentes y a veces forman ventosas como en la “hiedra” *Hedera helix*.

2.4.5. **Trepadores apoyantes**: estas plantas se apoyan sobre un soporte y pueden trepar valiéndose de estructuras tales como: pecíolos volubles que actúan como zarcillos, Ej.: “barba de viejo” *Clematis montevidensis*; de espinas, acúleos o aguijones, Ej.: “rosal”; pelos retrorsos y adherentes, Ej.: “pega-pega”, *Galium aparine* o simplemente la ramificación opuesta y rígida, Ej.: “bejuco”, *Aster squamatus*.

2.5. **Tallos suculentos o almacenadores**: las plantas xerófitas logran adaptarse a climas secos mediante la reducción de sus hojas o su transformación en espinas. En estos casos, los tallos son fotosintetizadores y suculentos, ya que sus parénquimas son ricos en sustancias de reserva y mucílagos; estos mucílagos ávidos de agua, la acumulan como reserva para los períodos críticos. Los más conocidos son los tallos de las Cactáceas, de allí que esta forma de crecimiento reciba el nombre de **hábito cactiforme**, que es frecuente también en otras familias como Euforbiáceas,

Asclepiadáceas, Compuestas, etc. Las plantas de salitrales, las halófitas, también tienen tallos suculentos. La Fig. 3.39 muestra cómo puede derivar el hábito cactiforme de un hábito corriente.

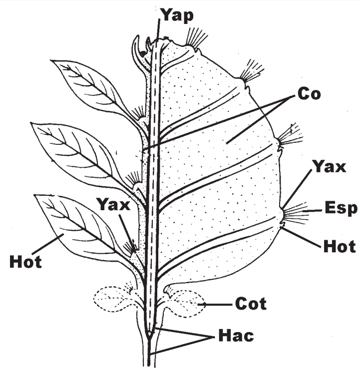


Fig. 3.39. **Hábito cactiforme** (mitad derecha de la figura) **derivado del hábito corriente** (mitad izquierda) **por desarrollo exagerado del parénquima cortical** (suculencia) **y transformación de hojas normales en espinas. Co**: parénquima cortical, **Cot**: cotiledones, **Esp**: espinas foliares, **Hot**: hoja tectriz, **Hac**: hacecillos liberoleñosos, **Yap**: yema apical, **Yax**: yema axilar

2.6. **Espinas caulinares** (tallos transformados en espinas): muchos árboles y arbustos, como método de defensa, transforman sus ramas en espinas, hecho muy frecuente en los ambientes áridos, como el "piquillín" *Condalia microphylla*, el "molle" *Schinus fasciculatus* o la "brusquilla" *Discaria americana*. Fig. 3.40.

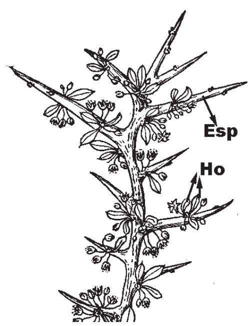
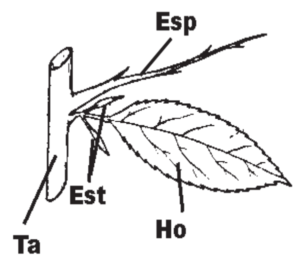


Fig. 3.40: **Espinas caulinares.**
A la **izquierda** una rama de piquillín con ramificaciones transformadas en espinas.
A la **derecha** un tallo de *Crataegus* con una rama transformada en espina.
Esp: Espina, **Est**: Estípulas, **Ho**: Hoja, **Ta**: Tallo



Debe recordarse que las espinas pueden tener origen foliar y es necesario distinguir las espinas, que son órganos (hoja o tallo o sus partes) transformados, de los aguijones o acúleos de un "rosal" *Rosa* ssp. o de una "zarzamora" *Rubus ursinus*. Las espinas siempre tienen tejido de conducción en su interior, y no resulta fácil desprenderlas del tallo; en cambio, los aguijones

son emergencias sin tejidos de conducción interna y se desprenden con mayor facilidad. Fig. 3.41.

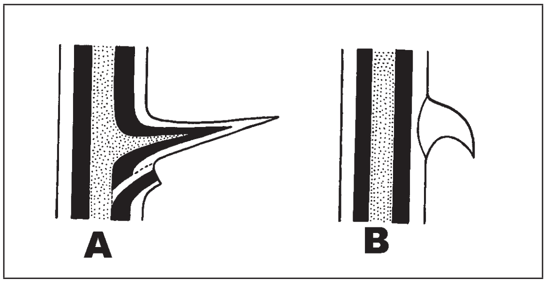


Fig. 3.41: **Corte longitudinal de una espina (A) y de un aguijón (B).** Se observa que el leño, marcado en negro penetra en la espina, pero no lo hace en el aguijón.

2.7. **Zarcillos caulinares** (tallos transformados en zarcillos): son ramas transformadas en órganos prensiles propios de las plantas con zarcillos, como ya hemos visto.

2.8. **Tallos con función foliar**: en estos casos los tallos son verdes, frecuentemente se aplanan para aumentar su superficie, son fotosintetizadores y colaboran con las hojas o las reemplazan en su función fotosintética. Podemos distinguir:

2.8.1. **Tallos genistoides o retamoides**: son tallos con hojas reducidas y frecuentemente caducas, de manera que la fotosíntesis se realiza principalmente en ellos. Es una adaptación muy frecuente en ambientes áridos. Ej.: "pichana", "pichanilla", "retama", "retamo". Fig.3.42.

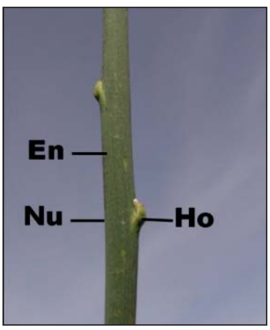
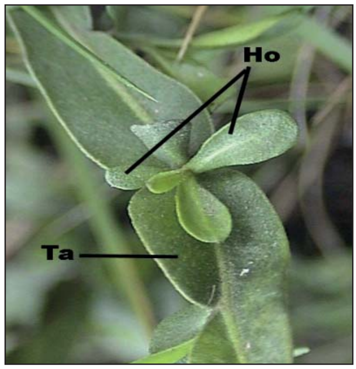


Fig. 3.42: **Tallo genistoide de "retama",** ***Spartium junceum*****.**
Ho: hoja escamiforme con su yema axilar. **En**: entrenudo, **Nu**: nudo

2.8.2. **Tallos alados**: en estos casos los tallos se aplanan o presentan expansiones aladas. Las hojas pueden ser reducidas, como en las "carquejas" o típicas como en los "abrepuños" o la "arvejilla".Fig. 3.43.

Fig. 3.43: **Tallos alados en "carqueja",** ***Baccharis crispa*** **Ho**: hojas típicas prontamente caducas. **Ta**: tallo alado con función fotosintetizadora



2.8.3. **Platíclados**: en estos casos los tallos se aplanan y adoptan el aspecto de una hoja, es decir, se transforman en órganos análogos a las hojas, de las cuales cuesta diferenciarlos. Si son braquiblastos transformados se denominan **filóclados** (filo = hoja, clado = tallo) como en el "helecho mosquito" o en el "helecho espárrago"; si son macroblastos transformados se denominan **cladodios** como en las "tunas" o "pencas". Fig. 3.44.

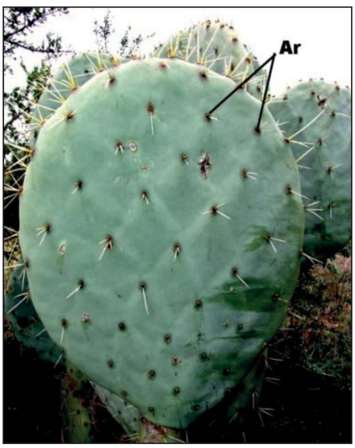
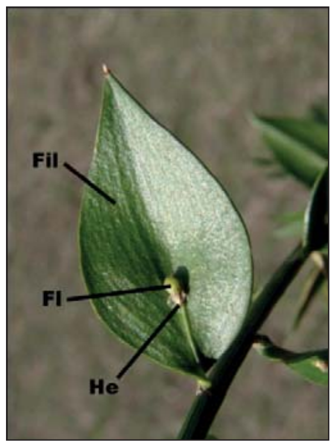


Fig. 3.44: **Cladodio de "penca", Opuntia robusta (izquierda) y filóclado de "brusco", Ruscus aculeatus (derecha)**: Ar: aréolas con filotaxis esparcida, Fil: filóclado, Fl: flor, He: hoja escamosa.



2.9. **Tallos haustoriales**: en algunas plantas parásitas, como la "cuscuta", los tallos son delgados, amarillentos y sin diferenciación de hojas y yemas. Cuando emergen de la semilla, crecen longitudinalmente y efectúan un movimiento de rotación (circunnutación) hasta encontrar un hospedante, por ejemplo, la alfalfa. Como además tienen tigmotaxis, al tocar el tallo de alfalfa, se enroscan sobre él y en las zonas de contacto, emiten **haustorios**, que son órganos chupadores. Estos haustorios llegan hasta el

floema del tallo de alfalfa y succionan la fotosintatos. Son parásitos absolutos u **holoparásitos**, ya que carecen de clorofila. Fig. 3.45.



Fig. 3.45: **Tallos haustoriales de "cuscuta",** ***Cuscuta indecora*****, rodeando un tallo de "girasolcito",** ***Helianthus petiolaris***

Hoja

Definición y origen de la hoja

Las hojas son órganos planos, fotosintetizadores, de crecimiento definido, con simetría bilateral, que se ubican en los nudos del tallo y son portadores de una yema axilar. Esta simetría bilateral y la posición horizontal que generalmente adopta la hoja, determina una estructura diferente en ambas caras de la misma, que se manifiesta, casi siempre, en una morfología diferenciada de la cara superior con respecto a la cara inferior (**hojas dorsiventrales**). Esta diferenciación se suele perder en las hojas de posición vertical, como veremos más adelante (**hojas isolaterales**).

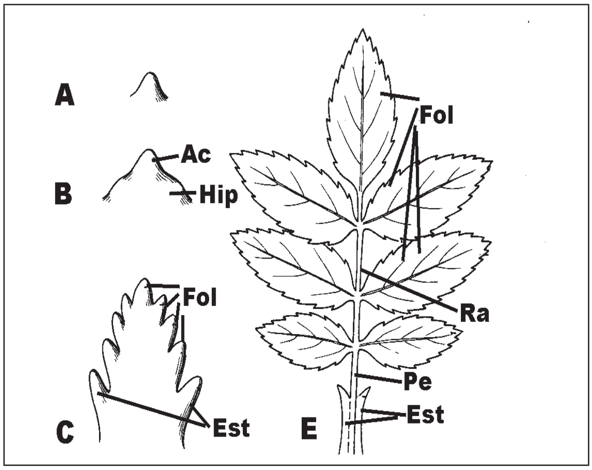
Como las hojas suelen presentar gran diversidad morfológica, no siempre es fácil delimitar qué es una hoja en la planta; la ubicación de la yema axilar, es fundamental en este sentido.

Como ya hemos visto, las hojas tienen origen común con el tallo. Se originan a partir del meristema apical, como protuberancias meristemáticas derivadas de ese meristema, denominadas primordios foliares. Fig. 3.3.

Ya muy temprano en la ontogenia foliar se diferencia un acrofilo distal (más alejado del tallo) y un hipopodio proximal (más cercano al tallo). Por ejemplo en la formación de una hoja compuesta de rosa (Fig. 3.46) el acrofilo se diferencia en protuberancias, cada una de las cuales terminará dando un folíolo, todos dispuestos sobre el raquis foliar (el conjunto de raquis y folíolos constituye la lámina o limbo foliar) y el

hipopodio se diferencia en dos protuberancias que formarán las estípulas a los costados del pecíolo.

Fig. 3.46: **Hoja de rosa, *Rosa* ssp.. A**: Primordio foliar. **B**: Primordio diferenciado en acrofilo y en hipopodio. **C.** Primordio foliar diferenciado en protuberancias laterales. **D**: Hoja adulta completamente desarrollada. **Ac**: Acrofilo, **Est**: Estípulas, **Fol**: Folíolos, **Hip**: Hipopodio, **Pe**: Pecíolo, **Ra**: Raquis.



Inicialmente todo el primordio foliar es meristemático, pero posteriormente esta actividad de crecimiento se limita al ápice de las hojas en formación (meristema apical de la hoja), a sus márgenes (meristema marginal) y, sobre todo, a la base (meristema intercalar), que es particularmente activo en las gramíneas. Este meristema intercalar es el responsable del crecimiento de la base foliar y del peciolo. Los otros dos meristemas son los responsables del crecimiento de la lámina. El limbo se puede dividir en folíolos, por división del meristema marginal. Este tipo de crecimiento, donde predomina el desarrollo basal, se denomina **crecimiento basiplástico** y es característico de las monocotiledóneas y de las dicotiledóneas. Fig. 3.47.

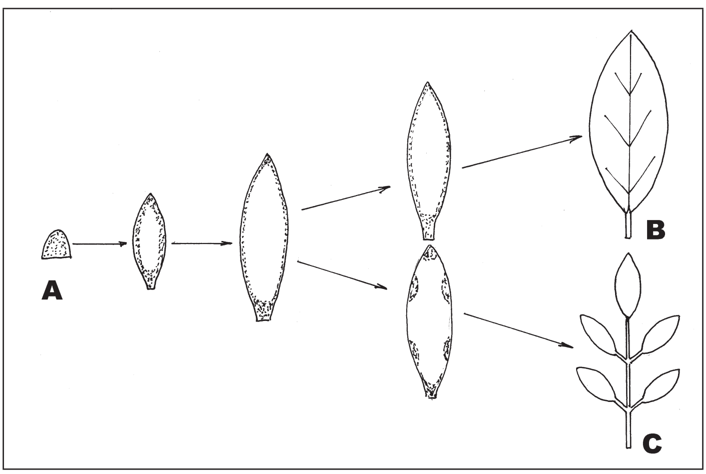


Fig. 3.47: **Desarrollo hipotético de una hoja simple (B) y de una hoja compuesta (C) a partir de un primordio foliar (A).** Las zonas punteadas son meristemáticas.

De todas formas, este crecimiento es limitado y se detiene cuando la hoja llega a su tamaño corriente. En los helechos el crecimiento mayor ocurre por acción del meristema marginal y el apical, se denomina **crecimiento acroplástico**.

Funciones de las hojas

La principal función de la hoja es la **fotosíntesis**. Las células del parénquima clorofiliano que presentan las hojas, contienen numerosos cloroplastos que son expuestos a la luz solar. Hacia esas células llega el agua y sales (agua y sales minerales) a través del xilema de la nervadura, y es transformada por los cloroplastos en fotosintatos. Los fotosintatos son transportados por floema, desde las hojas hacia las zonas de utilización o de reserva. Los nomófilos no tienen función de reserva. Como el proceso de fotosíntesis requiere CO2 y produce O2, se produce un intercambio gaseoso con el ambiente, a través de estructuras especiales de la epidermis foliar, los **estomas**. Estos, no solamente se encuentran en las hojas, sino también en los tallos jóvenes, verdes y fotosintetizadores.

Otra función importante de las hojas es la **transpiración**, es la eliminación de agua en forma de vapor de agua, a través de los estomas, que se realiza con el objeto de regular la temperatura corporal. En realidad, la transpiración ocurre en todo el vástago, pero las hojas son fundamentales en este proceso. Los tallos jóvenes transpiran mediante sus estomas o mediante las **lenticelas** cuando suberifican. Uno de los problemas mayores de las plantas es evitar la excesiva transpiración, ya que el agua generalmente es un recurso escaso en el suelo. Para ello las plantas limitan y regulan la transpiración mediante los estomas, el resto de las células epidérmicas tienen las paredes exteriores cutinizadas y recubiertas por cutícula que dificultan la salida de agua.

En algunos casos, cuando la humedad relativa del aire es muy alta y la transpiración es prácticamente nula, las plantas suelen expulsar agua líquida a través de sus hojas, mediante estructuras especiales denominadas **hidátodos**, que son estomas simplificados. Este proceso se denomina **gutación**, es frecuente en gramíneas invernales y ocurre para permitir el ingreso de agua por el sistema radical, ya que no existe pérdida de agua de otra forma. La gutación se aprecia como gotitas de agua en el envés foliar, generalmente en el extremo de la lámina y cerca del margen.

Morfología de la hoja

En una hoja se puede distinguir una parte basal, relacionada con el nudo del tallo donde se inserta la hoja, denominada **hipopodio** y una parte alejada del tallo: el **acrófilo**.

Hipopodio

El hipopodio en las dicotiledóneas es relativamente sencillo, generalmente se limita a una **base foliar** engrosada y envolvente del nudo; pero frecuentemente ni siquiera diferencia una base foliar. En pocos casos como en algunas Rosáceas herbáceas y las Umbelíferas la base foliar está ensanchada en una vaina. Fig. 3.48 A.

En muchos casos como en el "rosal", la "alfalfa", además de la base foliar, el hipopodio está formado por un par de **estípulas**, apéndices generalmente laminares con función asimiladora y de protección de la yema axilar. Fig. 3.48 B.

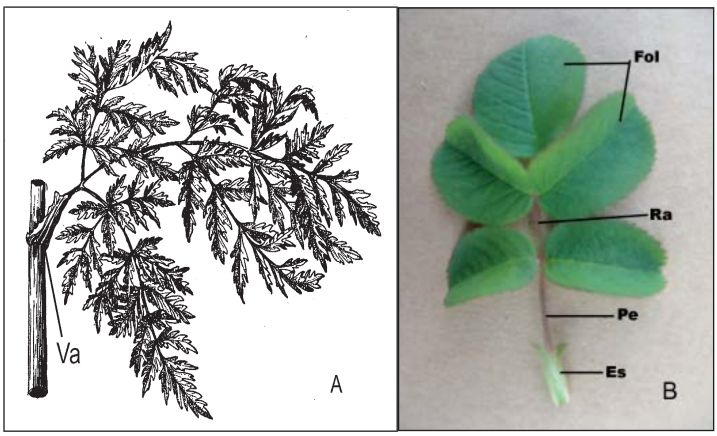


Fig. 3.48: **A. Hoja de Conium maculatum, "cicuta"; B. Hoja de Rosa ssp. "rosa".** Es: Estípulas, Fol: Folíolos, Pe: Pecíolo, Ra: Raquis, Va: Vaina

En las monocotiledóneas el hipopodio es más complejo, puede formar una amplia base foliar abrazadora al tallo, como en *Aloe* y *Dracaena*, o, muy frecuentemente, forma una estructura tubulosa que rodea parcial o totalmente al tallo, denominada **vaina** o **vaina foliar** muy visible por ejemplo en las gramíneas. Estas vainas foliares actúan como protectoras de la yema apical y del tallo en desarrollo, por ejemplo en los bulbos y en las cañas de las gramíneas, en este último caso, también con funciones fotosintetizadoras. En otros casos las vainas foliares se envuelven e imbrican entre sí para formar los llamados **pseudocaules** o **falsos tallos** como en la cebolla y el puerro. En las gramíneas, la vaina, casi siempre

desarrolla una lengüeta membranosa o pilosa en su inserción con la lámina, denominada **lígula** y a veces dos apéndices envolventes del tallo, las **aurículas.** Fig. 3.49.

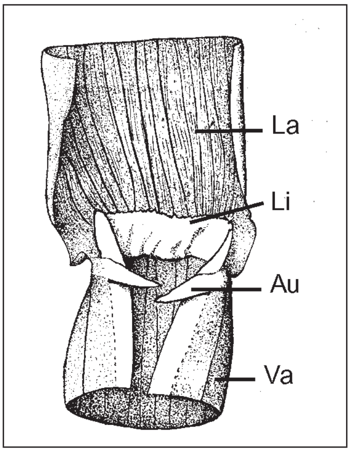
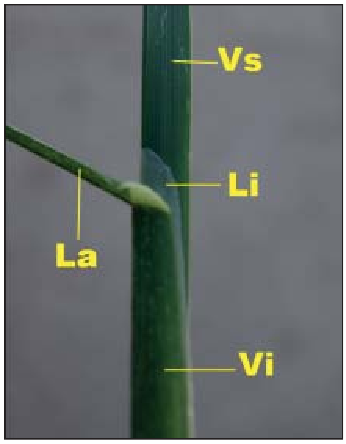


Fig. 3.49: **Zona ligular** de *Hordeum murinum*, "cola de zorro" (izquierda) y de *Dactylis glomerata*, "pasto ovillo" derecha). **Au**: Aurículas; **La**: Lámina; **Li**: Lígula; **Va**: Vaina; **Vi**: Vaina de la hoja inferior: **Vs**: Vaina de la hoja superior.



Esta distinta complejidad del hipopodio está en relación con la complejidad del ápice vegetativo, que en las dicotiledóneas es más sencillo, en ellas los primordios foliares aparecen como protuberancias independientes unas de otras y en las monocotiledóneas es más complejo, con los primordios foliares muy aplanados, en contacto y solapándose entre sí. Fig. 3.50.

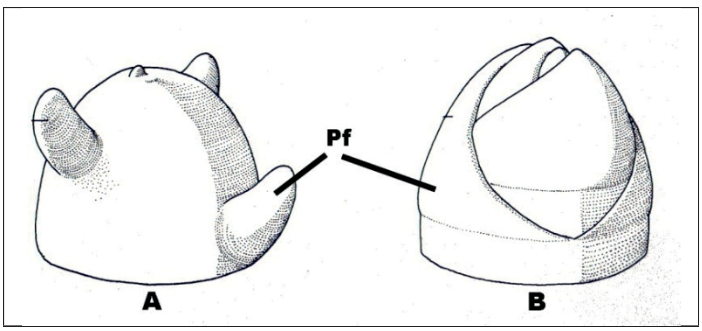


Fig. 3.50: **A**: **Ápice vegetativo de una dicotiledónea. B. Ápice vegetativo de una monocotiledónea.** **Pf**: Primordios foliares (Tomado de Bell)

Acrofilo

El acrofilo generalmente está diferenciado en **pecíolo** y **lámina** o **limbo.**

El **pecíolo** tiene por función alejar la lámina (verdadero órgano fotosintetizador) del tallo y colocarla, mediante alargamiento o turgencia, en posición adecuada para recibir la luz solar. En las dicotiledóneas,

generalmente es un órgano axil, es decir, en sección más o menos circular, algo acanalado en la cara superior que contiene en su interior el o los hacecillos liberoleñosos que inervan la lámina. Sin embargo, en muchos casos adopta una forma plana y contribuye con la lámina en la función clorofílica. En casos extremos y por evolución, la lámina se pierde y permanece el pecíolo aplanado muy similar a una lámina, recibe el nombre de **filodio** como en la "acacia negra", *Acacia melanoxylon*. En los filodios se distingue la yema axilar y en eso se diferencian de tallos aplanados como los cladodios y los filóclados. Fig. 3.51

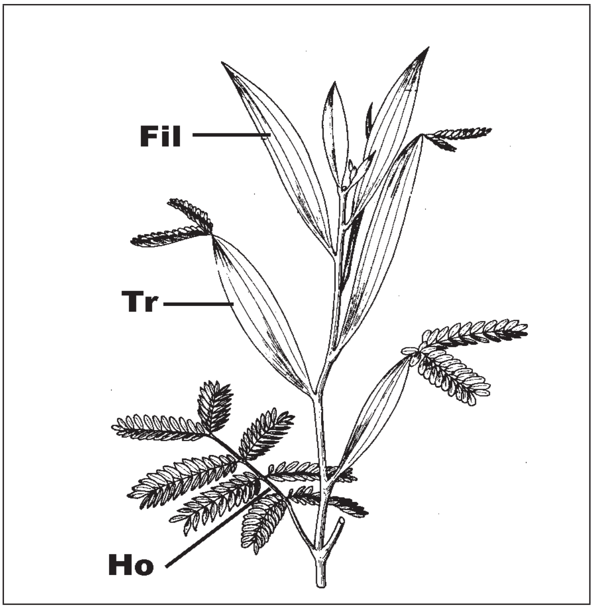


Fig. 3.51: **Esquema idealizado de una ramita de "acacia negra",** ***Acacia melanoxylon*****.** Se muestra una hoja juvenil bipinnada (**Ho**), una hoja en transición (**Tr**) con el filodio desarrollado y la lámina en reducción en el extremo y finalmente un filodio típico (**Fil**) en los que se transforman todas las hojas adultas.

A veces la base del pecíolo forma un cojinete engrosado, de tejido parenquimático y motor, que responde a variaciones de turgencia y puede producir movimientos násticos, es el **pulvínulo** o **pulvínulo motor**, llamado así porque puede provocar el plegamiento de la hoja, como en la "mimosa" *Mimosa pudica* y muchas leguminosas, por ejemplo el "caldén" *Prosopis caldenia*. El pulvínulo puede estar también en la base de los peciolulos en las hojas compuestas. Los movimientos násticos pueden estar estimulados por el contacto o por la luz. En otros casos el pecíolo puede faltar, las hojas se denominan **sentadas** o **sésiles**. En estas hojas, la base de la lámina suele envolver al tallo, son las hojas **perfoliadas**; y si las hojas son opuestas, se sueldan entre sí y envuelven completamente al tallo se denominan **connado-perfoliadas**. En muchas monocotiledoneas, como en las gramíneas, el pecíolo suele faltar; la lámina se inserta

directamente en la vaina, aunque la lámina acintada y paralelinervia típica de estas plantas se suele interpretar como un pecíolo modificado.

La **lámina** o limbo constituye la parte de la hoja verdaderamente fotosintetizadora y que para ello adquiere forma laminar (el **filoma**), con simetría bilateral, casi siempre simétrica, con una mediana que está dada por el nervio medio y con una **cara superior**, **haz** o **epifilo** y una **cara inferior**, **envés** o **hipofilo** que se suelen diferenciar en su coloración, pilosidad y distribución estomática y en la anatomía. El hipofilo casi siempre contiene más cantidad de estomas, es más piloso y más opaco. Cuando se habla de forma de la hoja en realidad nos referimos a la forma de la lámina, que presenta una enorme diversidad y con caracteres de gran valor taxonómico. En el análisis de esta morfología se tiene en cuenta el grado de división de la lámina, la forma general de la misma, la forma de la base, del margen y del ápice, la nervadura y el indumento, con una terminología particular que pasamos a analizar.

División de la lámina, hojas simples y hojas compuestas

Lo más frecuente es que la lámina permanezca entera o sin divisiones, es el caso de las **hojas simples**, pero también es frecuente que la lámina se divida en porciones denominadas **folíolos**, son las **hojas compuestas**. De acuerdo con estos conceptos y la forma de división de las hojas compuestas podemos distinguir:

1. **Hojas simples**: Con el limbo no dividido.
2. **Hojas compuestas**: Con el limbo dividido en porciones denominadas **folíolos**.

   2.1. **Hojas pinnadas** (o **pinnaticompuestas**): Son las hojas con los folíolos enteros y dispuestos sobre un eje, el **raquis**, que corresponde al nervio medio de la hipotética hoja simple y es continuación del pecíolo. Los folíolos se pueden insertar sobre **peciolulos**. Es frecuente que en la base del pecíolo presenten **estípulas** y en la base de los peciólulos presenten **estipelas**. En algunos casos, como en el "trébol de cuernitos", *Lotus corniculatus* los dos folíolos basales se alejan de los restantes y se disponen cerca de la base foliar como dos estípulas, se denominan **pseudoestípulas**.

   Las hojas pinnadas pueden ser:

   2.1.1. **Hojas opositopinnadas**: cuando los foliolos se disponen de a pares sobre el raquis. A su vez podemos distinguir:

   2.1.1.1. **Hojas opositoimparipinnadas**: si terminan en un único foliolo. Fig.3.52.

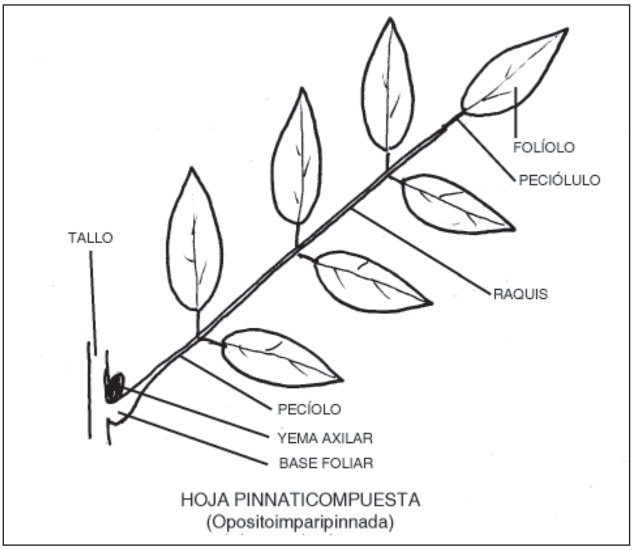


Fig. 3.52. Esquema de hoja opositoimparipinnada

2.1.1.2. **Hojas opositoparipinnadas**: si terminan en un par de folíolos.

2.1.2. **Hojas alternopinnadas**: cuando los foliolos se disponen en forma alternada sobre el raquis

2.2. **Hojas bipinnadas** (o **bipinnaticompuestas**): si los folíolos a su vez se subdividen en porciones menores denominadas **foliolulos.** En estas hojas cada folíolo dividido se suele denominar **pinna,** aunque en términos más amplios, pinna es sinónimo de folíolo y cada subdivisión de la pinna recibe el nombre de **pinnula,** que es sinónimo de foliolulo. Fig.3.53.

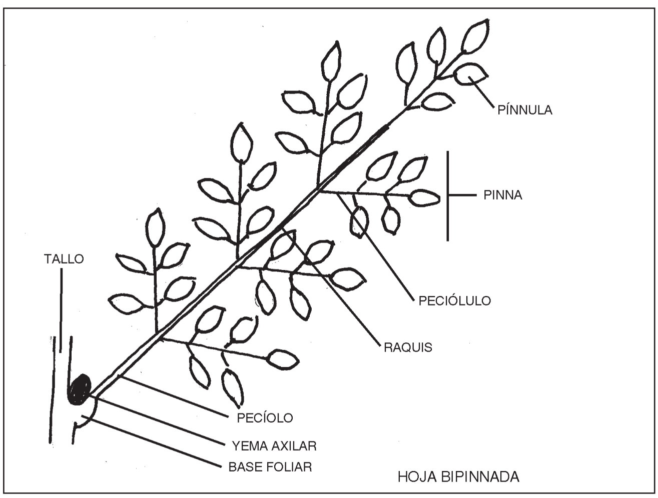


Fig. 3.53: Esquema de hoja opositoimparibipinnada

2.3. **Hojas tripinnadas** (o **tripinnaticompuestas**): si los folíolos se subdividen dos veces. El último segmento de lámina se denomina **pinnula**. Si las divisiones son aún mayores, se denominan **pluripinnadas**.

2.4. **Hojas digitadas** (o **palmaticompuestas**): cuando la hoja carece de raquis y los folíolos nacen de un punto. Fig. 3.54.

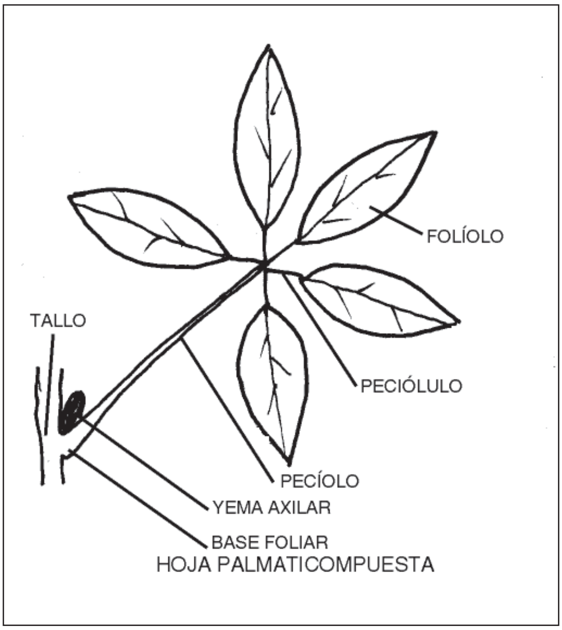


Fig. 3.54: Esquema de hoja palmaticompuesta o digitada

Forma de la lámina

Se analiza comparando la forma general de la lámina con un objeto o una figura geométrica. Para las hojas compuestas se analiza la forma de cada folíolo o pínnula; pero también se puede analizar la forma general de la lámina compuesta, se emplean entonces los términos **contorno** o **ámbito**. Las formas más corrientes se muestran en la Fig. 3.55. Para analizar cada término ver el glosario.

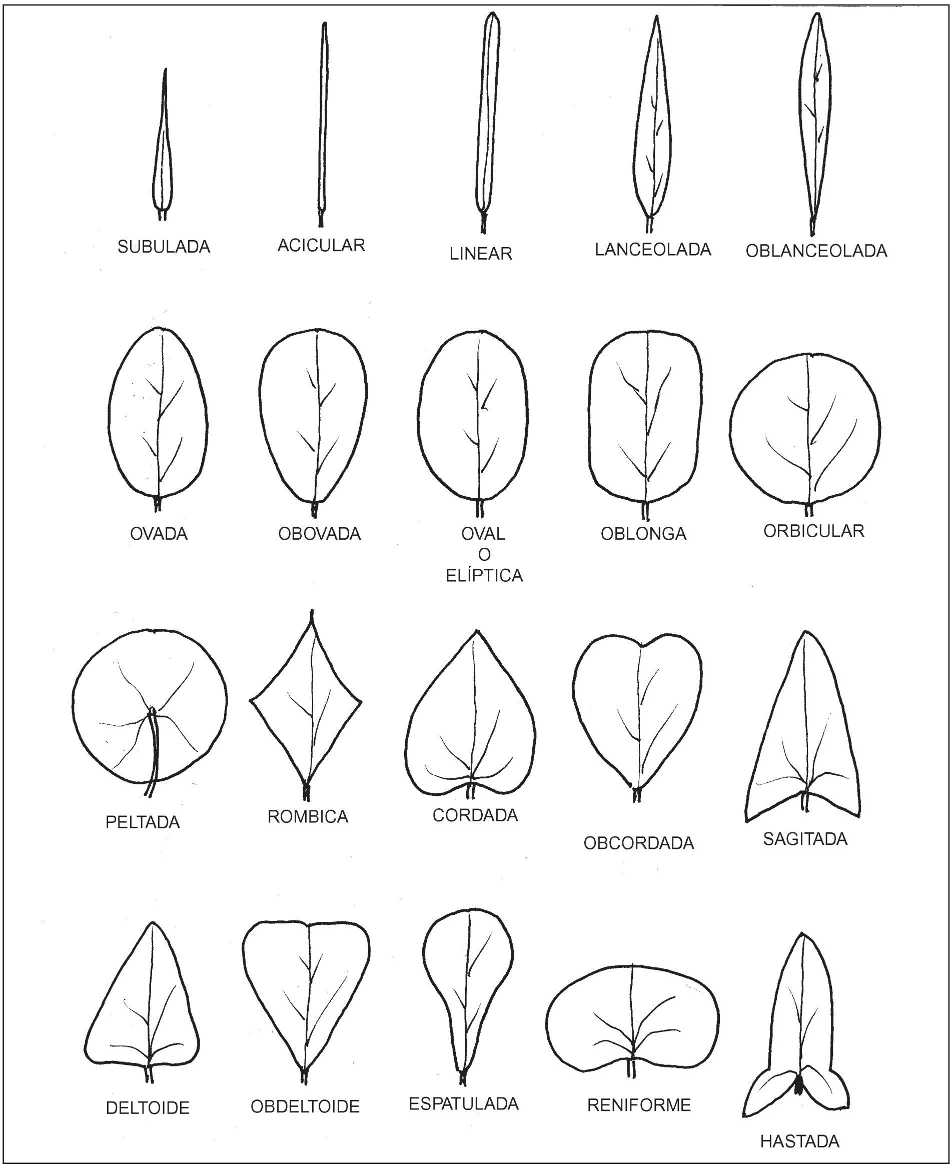


Fig. 3.55. Esquemas que representan diferentes formas del limbo o lámina

Forma de la base:

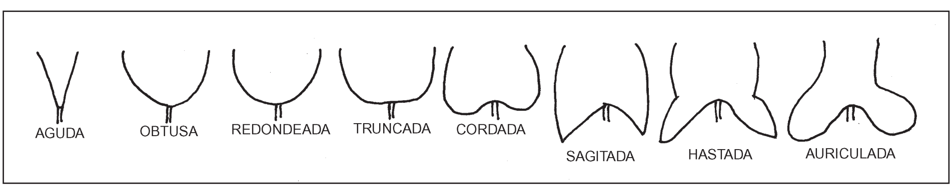


Fig. 3.56. Esquemas de diferentes formas de la base de la lámina

Forma del margen:

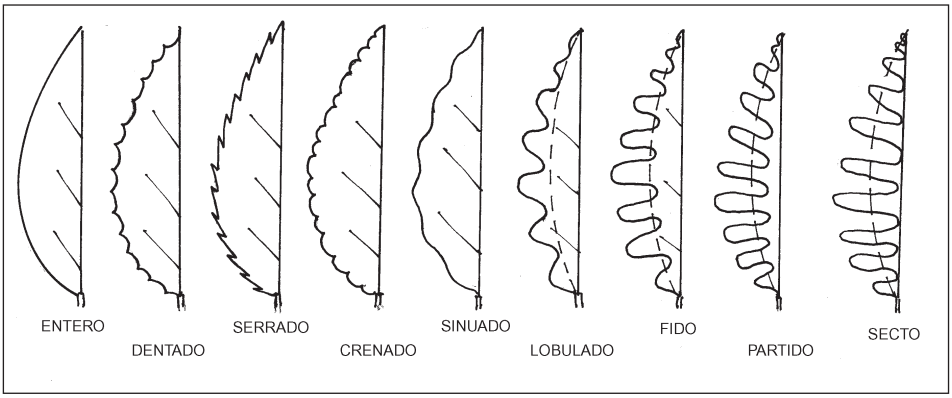


Fig. 3. 57. Esquemas de diferentes formas del margen de la lámina

Forma del ápice:

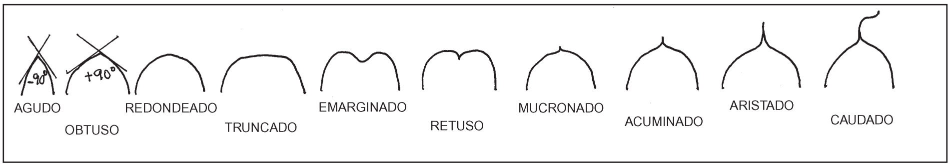


Fig. 3.58. Esquemas de diferentes formas del ápice de la lámina

Indumento

Es el conjunto de tricomas (pelos, glándulas, escamas, etc.) que cubren la superficie de una hoja, y reciben determinada denominación, que también se puede utilizar para la superficie del tallo, del pecíolo y el cáliz. De acuerdo con la presencia y tipo de indumento el limbo foliar puede ser:

Glabro: sin indumento.

Glabrescente: casi sin pelos y que tienden a caerse con el tiempo.

Farinoso: con tricomas granulosos que le dan el aspecto de harinoso, como en las quínoas.

Escabroso: con asperezas dadas por la presencia de tricomas cortos y rígidos.

Pubescente: con pelos finos y suaves al tacto.

Hirsuto: con pelos rígidos y ásperos al tacto.

Híspido: con pelos muy rígidos, tiesos, muy ásperos al tacto.

Tomentoso: con pelos largos y enmarañados, como lanosos, suaves al tacto.

Velutino: con pelos cortos, brillantes y densos, suaves a tacto, como aterciopeladas.

Nervadura

Es el conjunto y disposición de los nervios en la lámina de una hoja. Estos nervios son los hacecillos liberoleñosos que vienen del tallo como **rastros foliares** y a través del pecíolo, llegan a la lámina y se dividen de manera característica para cada especie. Esta nervadura generalmente se aprecia a simple vista y está más resaltada en la cara inferior de la lámina. La o las venas o nervios mayores se denominan primarias, de ellos nacen secundarias, terciarias, etc. de manera que forman un retículo destinado a proveer de agua y sales a cada célula y a extraer los fotosintatos para su distribución en el resto de la planta. Se considera que cada célula nunca queda a más de 7 células de distancia de una vena. Esto es muy importante porque el movimiento entre células es muy lento (por difusión), en cambio, dentro del hacecillo es muy rápido (se estima que en el xilema es un millón de veces más rápido que entre células) ya que el movimiento es en masa.

De acuerdo con la presencia, el número y la distribución de las venas en la lámina, podemos distinguir los siguientes tipos de hojas: Fig. 3.59.

1. **Enervias**: estrictamente cuando las hojas carecen de nervios como en los musgos. También se aplica a hojas cuya nervadura no se ve, a simple vista, desde el exterior.
2. **Uninervias**: cuando presentan un solo nervio, como en las hojas aciculares de los pinos.
3. **Plurinervias**: cuando presentan muchos nervios.
   - 3.1. **Retinervias**: cuando los nervios forman un retículo o red. Es característica de las hojas de dicotiledóneas. Puede ser:
     - 3.1.1. **Pinnatinervia** o **penninervia**: cuando presenta un nervio medio principal y del mismo surgen nervios secundarios. Es la nervadura más frecuente. Ej.: “olmo” *Ulmus pumila*, “eucalipto” *Eucalyptus* ssp.
     - 3.1.2. **Palmatinervia**: con varios nervios primarios que nacen todos de un mismo punto, como en “malva” *Malva parviflora*, “geranio” *Pelargonium hortorum*, “plátano” *Platanus* ssp., etc.
     - 3.1.3. **Peltinervia**: es el caso particular de las hojas peltadas, donde los nervios principales nacen de la inserción del pecíolo, que lo hace aproximadamente en el centro de

la lámina, como en el "taco de reina" *Tropaeolum majus*, "redondita de agua" *Hydrocotile bonariensis*.

3.2. **Paralelinervias**: con los nervios principales que discurren en forma paralela. Pueden tener un nervio medio principal, como en las gramíneas. Es característica de las hojas de monocotiledóneas. Si los márgenes foliares son paralelos, la nervadura es verdaderamente paralela; si los márgenes foliares son curvos, la nervadura sigue esa curvatura y las hojas se suelen denominar **curvinervias**.

3.3. **Flabelinervias**: Con nervios divididos dicotómicamente (en abanico). Es una nervadura primitiva. Ej.: "gingo" *Ginkgo biloba*.

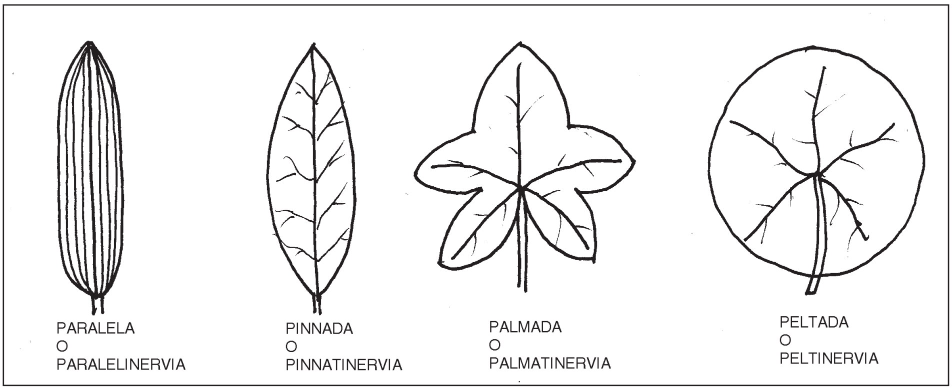


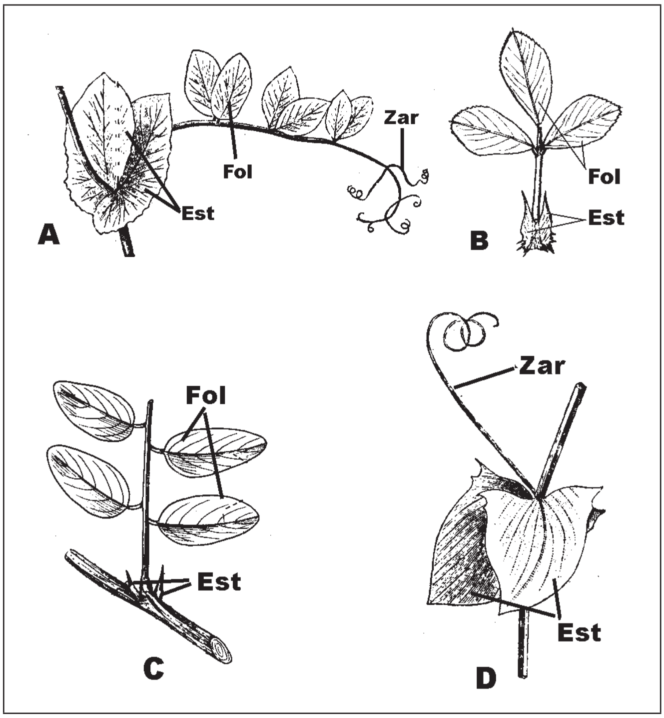
Fig. 3.59: Esquemas de diferentes nervaduras en distintos tipos de hojas.

Anexos foliares

Se puede reunir bajo este concepto a todas las formaciones propias del hipopodio, como pueden ser:

Estípulas: son un par de apéndices foliáceos, laminares, que se ubican a ambos lados de la inserción del pecíolo, con el cual suelen fusionar. Suelen ser simétricas y cada una constituye una imagen especular de la otra. Presentan gran variabilidad. Suelen faltar en muchas plantas, pero son casi constantes en numerosas familias como Malváceas, Leguminosas, Rosáceas, etc. A veces son pequeñas y caducas (en este caso se pueden observar solo en hojas juveniles), en otras son muy grandes, como en "arveja", *Pisum sativum*; donde realizan gran parte de la fotosíntesis de la planta. En *Lathyrus aphaca* reemplazan a la lámina foliar. Otras veces se transforman en espinas como en "acacia blanca", *Robinia pseudoacacia*. Fig. 3.60.

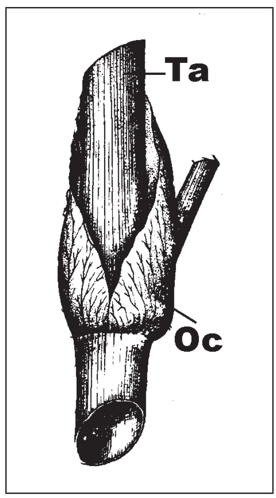
Fig. 3.60: **Estípulas: A: "arveja",** ***Pisum sativum*****, B: "alfalfa",** ***Medicago sativa*****, C: "acacia blanca",** ***Robinia pseudoacacia*****. D: Lathyrus aphaca** **Est**: estípulas, **Fol**: folíolo, **Zar**: zarcillo



Ócrea: es un caso particular, donde las estípulas se unen entre sí y envuelven al tallo, sobre el nudo correspondiente, formando una vaina a menudo hialina. Es característica de la familia Poligonáceas. Fig. 3.61.



Fig 3.61: O**creas en** ***Polygonum amphibium*** **y en "ruibarbo"** ***Rheum rhaponticum*****. Oc**: ócrea. **Ta**: tallo



Lígula: ya se ha señalado como un apéndice membranoso que forma la vaina en su unión con la lámina en muchas monocotiledóneas,

particularmente en las gramíneas. Su variabilidad constituye un carácter de gran valor taxonómico en las gramíneas. Fig. 3.49.

Aurículas: Son dos apéndices membranosos que nacen a los costados de la vaina en su inserción con la lámina y que suelen envolver al tallo. Se presenta en algunas gramíneas. Fig. 3.49.

Morfología de la hoja en los grupos taxonómicos

La morfología de la hoja tiene particular importancia en la taxonomía de las plantas vasculares; puede ser de gran interés para diferenciar taxones de nivel superior o hasta para diferenciar especies o taxones inferiores. A continuación se analiza la morfología foliar en los taxones de orden superior:

Morfología de la hoja en helechos y licófitas: en este grupo de plantas se pueden distinguir **microfilos** y **megafilos**.

Los **microfilos** son hojas de pocos milímetros, sin nervadura o reducida a la base, presentes en Ly*copodium*, *Selaginella* y *Equisetum*. Los **megafilos** son hojas que pueden alcanzar gran tamaño, con nervadura muy desarrollada y con amplio crecimiento apical. Estas hojas comúnmente se denominan **frondes** y casi siempre presentan prefoliación circinada. Son comunes en los helechos.

Morfología de la hoja en gimnospermas: también en este grupo podemos diferenciar dos grandes grupos de hojas, las hojas grandes, compuestas, con nervadura muy desarrollada como en los Cicadofitinos; y las hojas más pequeñas, con nervadura poco desarrollada, como en los Coniferofitinos. En este caso es común la hoja acicular y con un solo nervio en *Pinus*, *Abies*, *Picea*, etc; también es frecuente la hoja escamosa y con un solo nervio como en *Cupressus*, *Thuja*, etc; la hoja flabelada y con nervadura dicotómica y primitiva solo se presenta en *Ginkgo*.

Morfología de la hoja en dicotiledóneas: en este grupo se presenta la mayor diversidad foliar. La base foliar suele estar poco desarrollada, comparada con las monocotiledóneas, aunque puede expandirse y formar una vaina como en las Umbelíferas. Es frecuente la presencia de estípulas. La presencia de pecíolo es común aunque puede faltar. La forma de la lámina y su grado de división es extraordinariamente variada. La nervadura casi siempre es retinervia.

Morfología de la hoja en monocotiledóneas: en este grupo la base foliar casi siempre está muy desarrollada formando una vaina, el pecíolo suele faltar y predomina la nervadura paralela en la lámina, aunque la lámina también puede presentar gran variabilidad. Las más corrientes son las láminas acintadas y sin pecíolo, propias de Gramíneas, Ciperáceas, etc.; a veces se presenta un pecíolo bien diferenciado y una lámina de forma variada como en las Aráceas; en las palmeras también se diferencia un pecíolo y la lámina puede ser palmada o pinnada y de grandes dimensiones.

Desarrollo de las plantas y morfología de las hojas

Si se analiza la morfología de las hojas en función del desarrollo de las plantas desde su nacimiento (plántula) hasta su período reproductivo, es común que esa morfología cambie desde los cotiledones, pasando por las hojas juveniles, las hojas adultas, hasta las hojas cercanas a la inflorescencia y las que integran las flores. Esta variabilidad de las hojas a lo largo de la vida de una planta recibe el nombre de **sucesión foliar**.

Si esa variabilidad se refiere exclusivamente a los nomófilos, claramente diferenciados entre hojas juveniles y hojas adultas, estamos en presencia del fenómeno de **heteroblastia** o **helicomorfia**.

Si la diferenciación foliar ocurre en hojas adultas de una misma rama o incluso, de un mismo nudo, estamos en presencia de un fenómeno de **anisofilia**, pero si esa diferenciación foliar en hojas adultas es debida al ambiente, estamos en presencia del fenómeno de **heterofilia**.

Sucesión foliar

Es la sucesión de hojas diferentes que se producen a lo largo del desarrollo de una planta. Podemos diferenciar las siguientes etapas en el desarrollo de una planta:

1. Semilla: el embrión de la semilla presenta hojas muy modificadas, el o los **cotiledones,** también llamados **embriofilos**.
2. Plántula: son las primeras etapas de una planta luego de la germinación. Las hojas suelen ser muy diferentes a los nomófilos de la planta y se denominan hojas **primarias** o **primordiales**.
3. Estado vegetativo: es la etapa de mayor duración, previa a la floración, donde la planta forma muchas hojas y acumula reservas. Durante este estado la planta puede presentar hojas fotosintetizadoras denominadas **nomofilos** y hojas muy modificadas como los **catáfilos** en los tallos subterráneos, los **tegmentos** que son las

hojas protectoras en las yemas y el o los **prófilos** que son las primeras hojas en una ramificación.

4. Estado reproductivo: cuando la planta comienza a florecer para formar luego frutos y semillas. Las hojas en este estado están modificadas, son las hojas de las inflorescencias denominadas **hipsofilos** o **brácteas** y las hojas que forman la flor, denominadas **antofilos**.

Analizamos a continuación, estos tipos diferentes de hojas:

Cotiledones o embriofilos: son las hojas del embrión, generalmente muy modificadas, con funciones reservantes o haustoriales y cuando emergen suelen ser fotosintetizadores. El número varía: 1 a 15 en las gimnospermas, 2 en las dicotiledóneas y 1 en las monocotiledóneas.

Hojas primarias o **primordiales**: son la o las primeras hojas de una plántula, luego de aparecer el o los cotiledones. Cuando los cotiledones son hipogeos son las únicas en aparecer sobre el suelo. Suelen ser muy diferentes a los nomofilos, por ejemplo, en los tréboles y alfalfa la primera hoja es unifoliolada, mientras que las hojas corrientes o nomofilos son trifolioladas. Suele existir una transición entre las hojas primarias y las siguientes hojas.

Catáfilos: son hojas sin clorofila, presentes en los tallos subterráneos. Su función es de protección de las yemas y a veces, de almacenamiento. Son escamosos en los rizomas y algunos bulbos y carnosos en otros bulbos como la cebolla.

Nomofilos u **hojas vegetativas**: son las hojas fotosintetizadoras de los tallos aéreos. Generalmente las hojas juveniles, propias de las plántulas y de los primeros estados del desarrollo de una planta suelen ser diferentes a las hojas de una planta adulta. Las hojas juveniles de denominan **protofilos** y las adultas **metafilos**. Si esta diferenciación entre protofilos y metafilos es acentuada estamos en presencia de plantas **heteroblásticas** o **helicomórficas** en estas plantas existe una manifiesta transición entre la forma juvenil y la adulta, Ej.: algunas especies de *Schinus*, *Eucalyptus*, etc. En cambio, si la diferencia es poco acentuada o no existe, estamos en presencia de plantas **homoblásticas**.

Prófilos: son la o las dos primeras hojas de una ramificación. Ya se señaló que en las monocotiledóneas el prófilo es uno solo y adosado y en las dicotiledóneas son dos y laterales.

Tegmentos: ya se analizaron como las hojas muy modificadas que integran la pérula de las yemas.

Hipsofilos u **hojas preflorales**: son hojas bastante modificadas en la forma, tamaño y a veces el color, que integran o están cercanas a una

inflorescencia. Si están sobre el eje principal se denominan **brácteas**, si están sobre una ramificación se denominan **bractéolas**. Son hipsofilos la espata en las Aráceas como la "cala", *Zantedeschia aethiopica* y las palmeras, las glumas que protegen la espiguilla y las glumelas que protegen la flor en las Gramíneas. Es frecuente que existan hojas de transición entre los nomofilos y los hipsofilos.

Antofilos u hojas florales: son las hojas muy modificadas que integran una flor: sépalos, pétalos, estambres y carpelos.

Anisofilia:

Es la presencia de diferentes tipos de hojas adultas (metafilos) en cuanto a tamaño y vigor, en un mismo nudo o en nudos cercanos. Generalmente la anisofilia está relacionada a tallos plagiótropos (horizontales); las hojas que crecen horizontalmente suelen ser mayores que las de crecimiento vertical, tanto inferior como superior. Fig. 3.62.

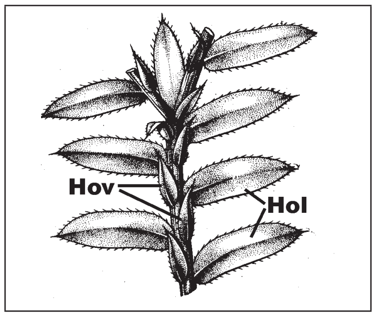


Fig. 3.62: **Tallo plagiótropo de *Selaginella*** con anisofilia, las hojas de posición horizontal o laterales (**Hol**) están más desarrolladas que las de posición vertical (**Hov**).

Heterofilia:

Este término puede ser usado en un sentido muy amplio, para referirse a la presencia de diferentes tipos de hojas en una planta, sin analizar la causa; o en sentido restringido, que aquí se usa, para referirse a la presencia de diferentes tipos de hojas vegetativas o nomofilos en diferentes regiones de una misma planta respondiendo a causas genéticas o ambientales. La heterofilia puede responder a causas genéticas como en el "eucalipto medicinal", *Eucalyptus cinerea* o en el "molle", *Schinus fasciculatus* (Fig. 3.9) o ser adaptaciones ambientales como en la diferenciación de las hojas sumergidas de las flotantes en la "gambarusa", *Myriophyllum quitense*.

Duración y caída de las hojas

La duración de las hojas es muy variable y depende de numerosos factores, entre ellos, la regulación hormonal es la más importante; también influye la posición de las hojas y sus posibilidades de recibir luz, por ejemplo, las hojas inferiores de una planta arrosetada como la “bolsita del pastor” o la “rúcula”, son sombreadas por las hojas superiores que son de mayor tamaño y terminan muriendo. En los climas áridos y semiáridos es muy frecuente que en períodos de sequía (con estrés hídrico), las plantas voltean sus hojas, e incluso, hasta algunas ramas.

En las plantas anuales es frecuente que la mayoría de las hojas duren todo el período de crecimiento y mueran al madurar los frutos, aunque los cotiledones y los protofilos casi siempre mueren antes. En la plantas leñosas existen formas **caducifolias** que se desprenden de las hojas al llegar la estación desfavorable como es el caso de los álamos y el caldén. Las formas **perennifolias** (siempreverdes) mantienen el follaje todo el año como en los eucaliptos y los pinos. De cualquier manera, en estos últimos la duración de las hojas es limitada, rara vez más de 5 años.

La caída de las hojas se denomina **abscisión**, término que también se emplea para la caída de las ramas. La abscisión es provocada por numerosos factores, como se señaló, pero su regulación es hormonal; existen auxinas que regulan el desprendimiento de las hojas. En la práctica agronómica, el uso de esas auxinas permite la desfoliación previa a la cosecha, como en la alfalfa o el algodón.

En general, las hojas se preparan para la abscisión, todas las sustancias energéticas que existen en su interior migran a otras zonas de la planta. La hoja pierde clorofila, la región basal del pecíolo (**zona de abscisión**) sufre modificaciones que facilitan la separación de la hoja de la planta y la protección de la zona de absción. En efecto, la caída de una hoja deja una cicatriz, denominada cicatriz foliar, que queda recubierta por un tejido suberificado. Este tejido de cicatrización impermeabiliza la zona e impide el ingreso de patógenos a la planta.

En las plantas leñosas, en la zona de abscisión, actúa un **meristema de cicatrización**, que forma un tejido llamado tejido de separación cuyas células disuelven sus paredes para facilitar la caída de la hoja. Debajo de esta capa y por actividad del felógeno (un meristema lateral), se forma una capa suberificada o lignificada que es el tejido de cicatrización. Fig.3.62.

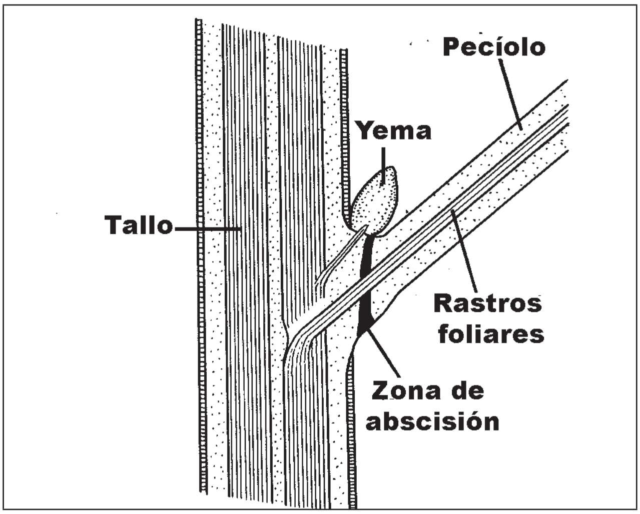


Fig. 3.62: **Zona de abscisión en una planta leñosa.**

En los pinos la abscisión ocurre en el braquiblasto portador de las hojas aciculares. En las plantas herbáceas no se da este fenómeno de disolución, las hojas se desprenden por necrosis de los tejidos cercanos al tallo; esta necrosis luego ocurre en toda la lámina.

Modificaciones de las hojas

Si bien las hojas constituyen el órgano más polimorfo de las plantas, a veces modifican su morfología y función de una manera tal, que dificulta su reconocimiento. Se puede modificar la hoja entera o alguna de sus partes, como el pecíolo, uno o más folíolos, etc. Veamos algunos casos:

Hojas suculentas: se llaman así a las hojas con grandes células almacenadoras de agua en el mesófilo, por agrandamiento de los vacuolos, de manera que la hoja se torna carnosa. Es común en las Crasuláceas como los "rayitos de sol", muchas compuestas, la "verdolaga", etc. Es una adaptación a ambientes secos, cálidos y muy soleados. Esta suculencia es una manifestación morfológica de una fisiología fotosintetizadora diferente denominada metabolismo graso de las crasuláceas o metabolismo "CAM".

Espinas foliares: las plantas suelen transformar sus hojas, o parte de ellas, en espinas, como método de defensa contra los herbívoros o para disminuir la transpiración. Existen muchas alternativas: el ápice de la hoja se puede transformar en una espina como en el "cardo ruso"; el margen puede ser espinoso como en muchos cardos; ya se ha señalado que las estípulas se puede transformar en espinas como en la "acacia

blanca", en el género *Berberis* o toda la hoja puede ser una espina como en las Cactáceas.

Zarcillos foliares: en estos casos la hoja o alguna de sus partes se transforman en zarcillos. Puede ser que el nervio medio del folíolo terminal se prolongue transformándose en zarcillo, que uno o más folíolos sean los transformados a veces con la participación del raquis foliar, como en la "vicia" o la "arvejilla", que el pecíolo actúe como zarcillo como la "barba de viejo" o toda la lámina puede ser un zarcillo como en *Lathyrus aphaca*.

Hojas absorbentes: en algunas plantas epifitas como el "clavel del aire", las raíces solo sirven de fijación a las ramas de los árboles hospedantes (perdieron la capacidad de absorción). En este caso, las hojas están cubiertas por pelos pluricelulares escamosos (escuteliformes), que absorben el agua del rocío o la lluvia, con las sales disueltas, y la conducen al interior de la hoja.

Hojas xeromorfas: son propias de las plantas de climas áridos, donde la economía del agua es fundamental. En estas plantas, las hojas disminuyen la transpiración mediante modificaciones como: disminución del tamaño, menor cantidad de estomas y menor exposición al ambiente (suelen hundir los estomas y protegerlos con mucha pilosidad), epidermis con cutícula muy engrosada y protegida por ceras y pelos, etc. Todo ello implica una gran adaptación al ambiente xérico, pero con una menor tasa de crecimiento.

Hojas insectívoras: son hojas muy modificadas propias de plantas insectívoras que atrapan insectos y otros pequeños animales y los digieren mediante glándulas especiales. Estas plantas viven en ambientes especiales, pobres en N, de manera que utilizan el N de la digestión de estos animalitos para su propio metabolismo. Estas hojas, además de glándulas digestivas, generalmente tienen sensibilidad a la presencia del insecto y responden con movimientos que lo atrapan. Por ejemplo, en *Drosera* ssp. las hojas presentan tricomas a manera de tentáculos con una glándula pegajosa en su extremo, cuando el insecto queda pegado, sus movimientos hacen contraer los tentáculos y arriman a la superficie de la hoja donde es digerido; en *Dionaea* ssp. la hoja tiene tentáculos en el margen, cuando el insecto toca la cara superior de la hoja, ésta se pliega sobre su nervio medio y los tentáculos se entrecruzan formando una trampa.

Hojas con función reproductiva: son hojas con capacidad para emitir yemas que actúan como órganos de reproducción asexual denominados **bulbillos**. Es frecuente en muchas *Crasuláceas*, como en el género

Kalanchöe que produce bulbilos marginales que al caer al suelo enraízan y originan una nueva planta. Fig. 3.63

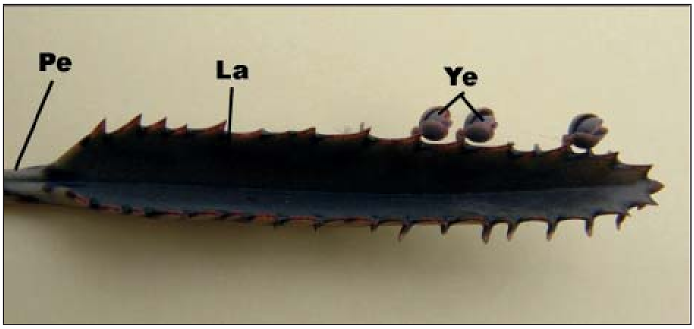


Fig. 3.63: **Hoja de "jirafita", *Kalanchöe daigremontiana* con bulbilos en el margen foliar.**
La: lámina, **Pe**: pecíolo, **Ye**: yemas marginales transformadas en bulbilos.

Adaptaciones del vástago

Las raíces, pero sobre todo los tallos y las hojas se suelen modificar o transformar de manera muy diversa para adaptarse al medio ecológico en el que viven. Generalmente el **agua**, la **temperatura,** la **luz** y el **suelo**, son los factores que, por presión de selección, a lo largo de millones de años, determinan esas modificaciones. Por otra parte, estos factores pueden determinar órganos con formas similares pero de origen muy distinto. En estos casos es necesario recordar los conceptos de **analogía** y **homología** de órganos ya analizados y que recordaremos brevemente:

Órganos análogos: son órganos que, teniendo un origen diferente, cumplen una misma función, por ejemplo: el cladodio o raqueta de una "tuna" es análogo a una hoja porque se le parece morfológicamente y cumple la función de hoja, pero por su origen y su estructura es un tallo. **Órganos homólogos**: son órganos que, teniendo el mismo origen, pasan a cumplir una función diferente. En el caso del ejemplo de la "tuna", el cladodio es un órgano homólogo a un tallo, es un tallo modificado que cumple la función de una hoja. En síntesis un cladodio de Opuntia es análogo a una hoja y homólogo a un tallo.

Son frecuentes los fenómenos de **convergencia** entre órganos análogos, esto es, que órganos diferentes adquieran una configuración semejante, por ejemplo, hojas y tallos transformados en espinas o en zarcillos, en estos casos es necesario analizar detenidamente la ontogenia de la espina o del zarcillo para saber que órgano se ha transformado: la hoja o el tallo.

Se suelen dar fenómenos de **paralelismo**, cuando un órgano en diferentes grupos taxonómicos se modifica y adquiere una configuración

semejante; un ejemplo lo dan los tallos suculentos de especies de diferentes familias como Cactáceas, Euforbiáceas, Compuestas, Vitáceas, Euforbiáceas, etc.

Teniendo en cuenta los factores determinantes de las modificaciones, analizaremos las siguientes adaptaciones:

Adaptaciones al aprovechamiento del agua

Las plantas terrestres mantienen equilibrado el balance hídrico entre el ingreso de agua por el sistema radical y el egreso por transpiración. Ese equilibrio depende de la humedad del suelo y del ambiente, de la temperatura, de la relación entre raíz y vástago y de la estructura morfológica y anatómica del vástago. De acuerdo con el agua disponible podemos clasificar a las plantas en:

Xerófitos: son las plantas que viven en climas secos y áridos en forma permanente, o con un período de sequía prolongado. Generalmente, estas plantas adquieren un hábito **xeromorfo**, caracterizado por:

1. Gran volumen de raíces en relación con el vástago que suele ser pequeño y de crecimiento lento. Los individuos aparecen como separados unos de otros en su parte aérea, sin embargo, por las raíces están juntas.
2. Superficie foliar pequeña o ausente: las hojas suelen ser escamosas, ericoides, esclerófilas o ausentes.
3. Posición de las hojas: suelen ser verticales para evitar el sol del mediodía o pliegan sus hojas mediante pulvínulos motores.
4. Protección del área de transpiración y de los estomas: la epidermis suele presentar cutícula muy gruesa y ceras o resinas en superficie, los estomas suelen estar en criptas (hundidos en la epidermis) y rodeados de pelos muertos (son las hojas grises) que procuran un ambiente calmo y húmedo alrededor del estoma, al evitar el permanente recambio de esa atmósfera húmeda alrededor del estoma que provoca el viento y la humedad atmosférica baja.
5. Suculencia en tallos y hojas:
6. Espinescencia: es frecuente que los tallos y a veces las hojas se transformen en espinas como método de defensa para la herbivoría.
7. Producción de sustancias aromáticas: como terpenos y aceites esenciales que disminuyen la palatabilidad.

Las plantas xeromorfas se encuentran en los ambientes áridos, es decir, son xerofilas, pero también se las puede encontrar en otros ambientes.

De la misma manera, plantas sin las características xeromorfas, pueden vivir en ambientes áridos, por ejemplo, las plantas efímeras que aprovechan los cortos períodos de lluvias.

Mesófitos: son las plantas que viven en climas intermedios. Generalmente, estas plantas adquieren un hábito mesomorfo, con caracteres intermedios entre los hábitos xeromorfos e higromorfos.

Higrófitos: son las plantas que viven en climas muy húmedos. Generalmente, estas plantas adquieren un hábito higromorfo, es decir, el volumen del vástago es muy grande en relación con la raíz, de manera que las copas se tocan y superponen; las hojas son grandes, casi sin pilosidad o con pelos vivos; los estomas están en superficie o en promontorios para favorecer la transpiración, la cutícula es delgada; las espinas y los aromas son raros.

Hidrófitos: son las plantas que viven en ambientes acuáticos y que adquieren un hábito hidromorfo caracterizado por tener escaso desarrollo del sistema radical, muchos tejidos de aireación en hojas, tallos y raíces, a veces con producción de raíces de aireación como los neumatóforos o raíces flotantes como en el "camalote amarillo", etc.

Adaptaciones a temperaturas extremas

Las temperaturas muy altas, o muy bajas, están ligadas a la economía del agua. Las altas temperaturas actúan aumentando la transpiración, de manera que las plantas tienden a adquirir un hábito xeromorfo. Las plantas que desarrollan en climas cálidos y no toleran heladas se denominan **termófilas**, las de climas moderados son **mesófilas** y las de climas fríos, con un período grande de 0º C o inferior, se denominan **psicrófilas**. Estas plantas psicrófilas, durante la estación fría, soportan un período de sequía ya que el agua está congelada y no puede ser absorbida ni circular por la planta Tienen adaptaciones en su morfología para pasar este período desfavorable y se las clasifica en:

Plantas efímeras: son plantas que pasan el período desfavorable en estado de semilla, se denominan **terófitos** por esta razón. En realidad viven solo en la estación favorable que puede ser el invierno o el verano según la especie.

Plantas de hojas caducas: son árboles y arbustos que voltean las hojas para pasar el período desfavorable, disminuyendo su metabolismo al mínimo, inactivando y protegiendo sus meristemas dentro de las yemas mediante la pérula.

Geófitos: plantas que pierden su sistema aéreo durante la estación fría y mantienen sus yemas de renuevo debajo del suelo en forma de raíces gemíferas o tallos subterráneos como bulbos, rizomas y tubérculos, con abundantes sustancias de reserva para facilitar el rebrote.

Hemicriptófitos: en este caso las yemas de renuevo se mantienen al nivel del suelo. Pueden formar estolones como en la “frutilla” o el “trébol blanco”; formar una corona (sistema de ramas cortas, al nivel del suelo, con yemas de renuevo) como en la “alfalfa” o una roseta foliar como en el “diente de león”. Muchas gramíneas perennes, con su sistema de macollas al nivel del suelo son hemicriptófitas como “festuca”, “pasto ovillo” o “agropiro”.

Caméfitos: son plantas que presentan las yemas de renuevo a baja altura (menos de 25 cm del nivel del suelo), de manera que quedan protegidas por un manto de nieve y la hojarasca. Son especies propias de alta montaña.

Adaptaciones al aprovechamiento de la luz

Los requerimientos lumínicos son propios de cada especie, podemos distinguir especies que requieren mucha luminosidad, viven a pleno sol y se denominan **heliófilas** y otras que requieren sombra, son las **esciófilas** o **umbrófilas**. Conocer los requerimientos luminosos de cada especie nos permite ubicarla en el lugar adecuado al momento de organizar un jardín.

Las especies de un bosque y sobre todo de una selva, compiten por la luz. Entonces, algunas especies, modifican su morfología para adaptarse a la falta de luz, mediante dos mecanismos: trepar utilizando los árboles como soporte, son las **plantas trepadoras** (ya analizadas en tallos trepadores) o vivir sobre ellos, son las plantas **epífitas**. Son epífitas las plantas que viven sobre otras (árboles), sin parasitarlos. Tienen hojas con función fotosintetizadora y absorben el agua de lluvia y del rocío a través de sus hojas, como en los claveles del aire o a través de sus raíces como en las orquídeas. En el caso de las orquídeas, las raíces presentan una capa exterior de células muertas, formada por la epidermis, denominada **velamen**, que incorpora y retiene el agua de lluvia o de rocío.

Adaptaciones a condiciones especiales de suelo

Todas las plantas prefieren determinadas condiciones del suelo (condiciones edáficas), tanto en lo referente a la textura (suelos arenosos, arcillosos, limosos, francos, etc.) como a la acidez y salinidad. Las plantas que se desarrollan en suelos extremadamente arenosos como las dunas costeras y los médanos, se denominan **psamófilas**, las que crecen en suelos salinos se denominan **halófilas**, en suelos con yeso (sulfato de calcio)

se denominan **gipsófilas**, en suelos calcáreos (con carbonato de calcio) se denominan **calcícolas**, en sitios rocosos se denominan **saxícolas.**

Una alta concentración de sales en el suelo determina una alta presión osmótica que las plantas deben vencer. Son suelos fisiológicamente secos (aunque tengan mucha humedad) y solo viven en ellos las plantas altamente modificadas como las **halófitas**.

Las modificaciones son similares a las xeromorfas como hojas chicas o ausentes, suculencia caulinar y foliar a lo que se agrega la presencia de glándulas de sal en hojas y tallos, capaces de secretar sal al exterior en forma de cristalitos.

CAPÍTULO 4

Flor

Concepto

Desde el punto de vista funcional, la flor es la estructura especializada en la reproducción de los antófitos (anto = flor, fito = planta). En efecto, toda la estructura floral está destinada a este fin, no solo porque en su interior se forman las gametas, sino que además, asegura el traslado del grano de polen (polinización), permite la unión de las gametas (fecundación) y el desarrollo de la semilla y del fruto.

Desde el punto de vista estructural, una flor es un braquiblasto, o sea un tallo de crecimiento definido, portador de hojas modificadas denominadas, **antófilos** (anto = flor, filo = hoja). Los antófilos se diferencian de los nomófilos no solamente por su función y morfología, sino también, por carecer de yemas axilares.

Origen

Las flores se originan de una yema, puede ser de la yema apical que culmina en una flor, de yemas axilares o de ambas. Como ya se analizó, las yemas que originan flores se denominan yemas reproductivas o florales, pero también las flores se pueden originar en yemas mixtas o en yemas vegetativas que se transforman en reproductivas en un determinado momento dela vida de la planta.

Funciones

Como ya se dijo, todas las funciones que cumple una flor están relacionadas con la reproducción. Esas funciones se pueden resumir de la siguiente manera:

1. **Formación de gametas**: las gametas masculinas se forman en el interior de los sacos polínicos de los estambres, se denominan

anterozoides y quedan en el interior de una estructura denominada **grano de polen.** El grano de polen es el encargado del traslado de la gametas masculinas hasta el estigma de la misma flor o de otra flor. La gameta femenina se forma en el interior de los óvulos dentro de una estructura denominada saco embrionario, se denomina **oósfera** u **ovocélula** y es inmóvil.

2. **Polinización**: es el traslado de las gametas masculinas mediante los granos de polen. Para ello la flor está estructurada para atraer los polinizadores, que son los vectores de esos granos; los polinizadores pueden ser insectos, pájaros (colibríes y picaflores), murciélagos, etc. (**zoofilia**). En algunos casos esas flores se han modificado para ser polinizadas por el viento (**anemofilia secundaria**) o por el agua (**hidrofilia**). En todos los casos se tratan de procesos evolutivos que se desarrollaron en los últimos 120 millones de años (Fig. 4.1) en concordancia con la evolución de los insectos, que conforma el grupo principal de polinizadores.

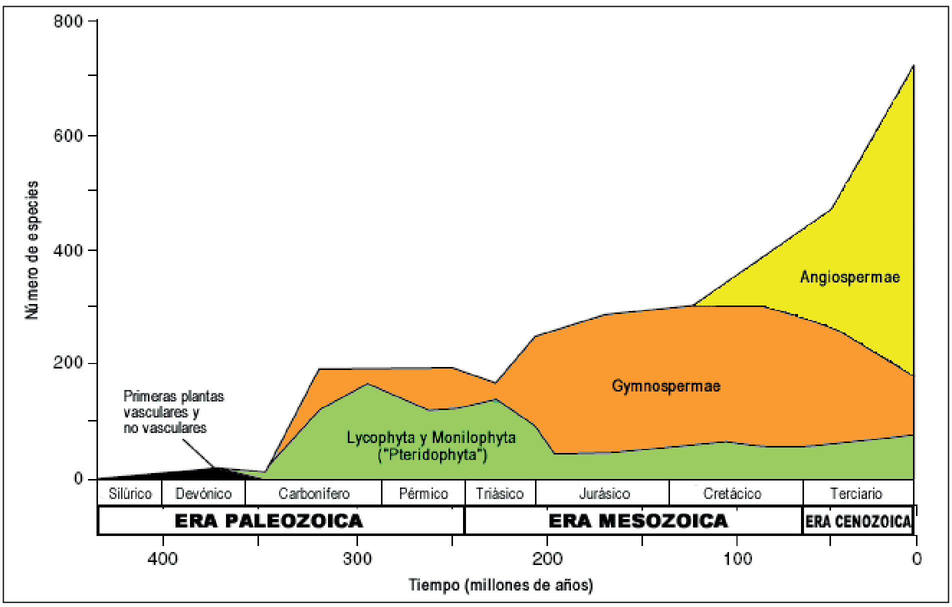


Fig. 4.1: Gráfico que muestra la evolución del Reino Plantae y la aparición, auge y declinación de los principales grupos de plantas.

Fuente: Dibujado y traducido a partir de Willis y McElwain (2002).

3. **Fecundación**: cuando el grano de polen llega al estigma de una flor de la misma especie, germina originando un tubo polínico que traslada a las dos gametas masculinas hasta el saco embrionario;

una de ellas se une a la oósfera para originar el **zigoto** y la restante se une al núcleo secundario para formar la **célula madre del albumen**, o sea que la fecundación es doble.

4. **Desarrollo del embrión y la semilla**: el zigoto es la primera célula de un nuevo individuo; mediante sucesivas divisiones, en un proceso denominado **embriogénesis**, origina el embrión. Este embrión es una etapa del desarrollo del individuo que se cumple dentro de la semilla. La célula madre del albumen, también mediante divisiones, origina el albumen de la semilla (en algunas semillas el albumen tiene otro origen). Finalmente los tegumentos del óvulo originan los tegumentos de la semilla

Estructura floral

Básicamente una flor consta de un braquiblasto denominado **tálamo** o **receptáculo** que constituye el extremo ensanchado del tallo portador de la flor. El último entrenudo de ese tallo se denomina **pedúnculo**. Sobre él se pueden disponer flores aisladas o inflorescencias, en este último caso, cada tallito que soporta una flor se denomina **pedicelo**. Es frecuente que ese entrenudo no desarrolle o sea muy corto, entonces las flores se denominan **sésiles** o **sentadas**.

Las flores o las inflorescencias, en su base, presentan una hoja muy modificada denominada **bráctea tectriz** o **bráctea fértil**, ya que se considera que la flor se ha originado a partir de una yema ubicada en la axila de esa bráctea Fig. 4.3. A veces puede haber más de una bráctea o pueden faltar. En ocasiones esas brácteas son muy coloreadas. Es frecuente que las flores estén acompañadas por prófilos denominados **bractéolas**, uno en posición dorsal en las monocotiledóneas y dos en posición lateral en las dicotiledóneas, como en todas las ramificaciones.

Sobre el receptáculo se disponen los antófilos o piezas florales que, en orden centrípeto, son (Fig. 4.2):

Sépalos que constituyen el **cáliz**.
Pétalos que constituyen la **corola**.
Estambres que constituyen el **androceo**.
Carpelos que constituyen el **gineceo**.

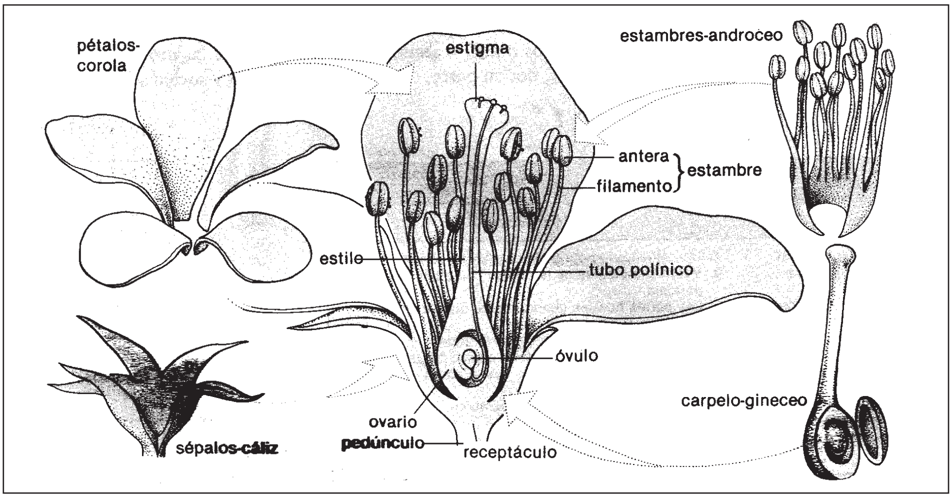


Fig. 4.2. **Esquema de una flor en corte longitudinal(**al centro), donde se han separado el cáliz y la corola (a la izquierda) y el androceo y gineceo (a la derecha). Tomado de Jensen y Salisbury.

En las flores mas primitivas (algunas Magnoliáceas, Ranunculáceas o Cactáceas) siguen la misma disposición que los nomófilos, o sea, se disponen en espiral sobre el tallo, pero en este caso la espiral es mas densa (los entrenudos son mas cortos), se dice que esas flores tienen **estructura espiralada** o **acíclica**. Fig. 4.3.

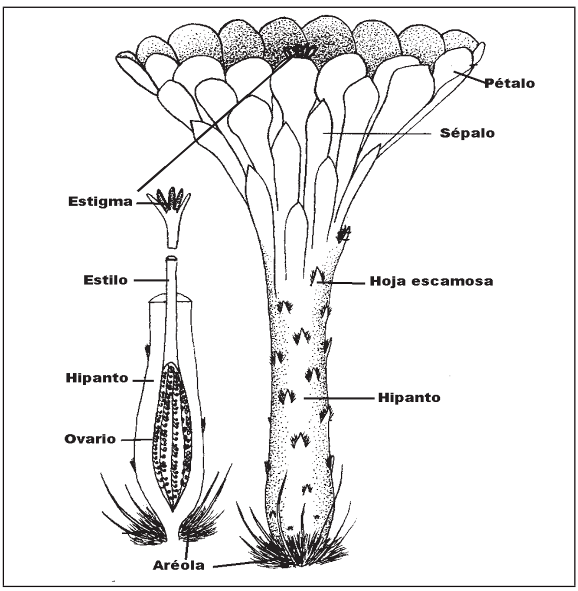


Fig. 4.3: **Estructura espiralada de una flor de *Cereus*.** (Cactáceas). A la derecha en vista exterior y a la izquierda en corte longitudinal sin los sépalos y pétalos. Adaptado de Benson, L. (1957).

Sin embargo, en la mayoría de las plantas los antófilos se disponen en ciclos o en verticilos, **estructura cíclica o verticilada**. En una flor completa generalmente existen cinco ciclos, que ordenados centrípetamente son: el **cáliz** que contiene un solo ciclo de **sépalos**, la **corola** con un ciclo de **pétalos**, el **androceo** (andro = hombre) con dos ciclos de **estambres** y el **gineceo** (gino = hembra), frecuentemente también llamado **pistilo,** con un ciclo de **carpelos**. Los dos ciclos exteriores (cáliz y corola) son estériles y los interiores (estambres y gineceo) son fértiles.

Esta flor es completa por presentar todos los ciclos y es hermafrodita por contener estambres y carpelos que son los ciclos fértiles, ya que los estambres producen polen (que contiene la gameta masculina o anterozoide) y los carpelos contienen óvulos (con la gameta femenina u oósfera).

El número de piezas florales que componen cada ciclo varía de 1 a 16, pero suele ser 3 (flores **trímeras**) en monocotiledóneas y 4 o 5 (flores **tetrámeras** o **pentámeras**) en dicotiledóneas, pero es muy variable, particularmente en el androceo y en el gineceo. Si el número de piezas florales en cada ciclo es el mismo, la flor se denomina **eucíclica** o **isómera** (no es muy frecuente) por ejemplo en el alfilerillo (*Erodium cicutarium*); lo mas frecuente es que las flores sean **heterocíclicas** o **heterómeras**, ya que generalmente los carpelos están en menor número que las demás piezas florales (por ejemplo en las leguminosas) y frecuentemente, lo estambres están en mayor número.

La disposición de las piezas florales en cada ciclo y entre ciclos consecutivos sigue la misma regla de la equidistancia y de la alternancia que en la filotaxis foliar, así, por ejemplo, los sépalos forman siempre el mismo ángulo entre sí y alternan con los pétalos.

También el número de ciclos puede variar; las flores con los cinco ciclos ya mencionadas se denominan **pentacíclicas**. También se consideran pentacíclicas las flores con un solo ciclo de estambres, pero opuestos a los pétalos, porque se considera que estas flores han perdido el ciclo exterior y alterno a los pétalos en el curso evolutivo. Las flores con cuatro ciclos y los estambres alternos a los pétalos se denominan **tetracíclicas** (son las mas frecuentes). Son **tricíclicas** las flores que solo contienen tres ciclos como muchas flores unisexuales (que perdieron los estambres y entonces son pistiladas o femeninas, o perdieron los carpelos y son masculinas o estaminadas); pero la pérdida puede ser también del cáliz o de la corola.

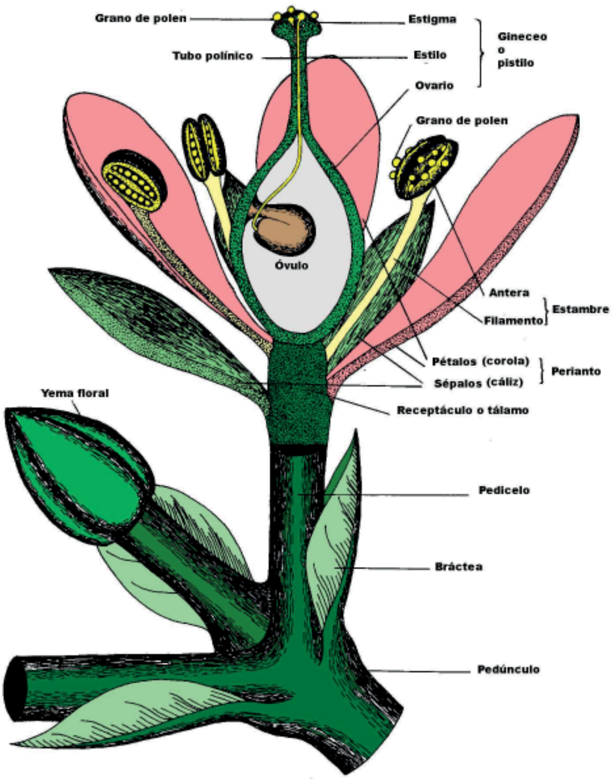


Fig. 4.4: **Esquema idealizado de un tallo florífero** con el pedúnculo, la bráctea tectriz, la yema floral, el pedicelo y una flor en corte longitudinal. Adaptado de Benson (1957)

Existe un tercer grupo de flores que tienen estructura en parte espiralada y en parte cíclica, son las flores **hemicíclicas** (como las de algunas Ranunculáceas) donde los ciclos protectores suelen disponerse de manera espiralada y los reproductores de manera cíclica.

En adelante tomaremos como modelo las flores cíclicas por ser las más comunes.

Tálamo o receptáculo y posición del ovario

Ya se ha señalado que el receptáculo es una porción de tallo con entrenudos muy cortos (braquiblasto) que soporta y distribuye todos los ciclos florales. La distribución de los ciclos florales depende de la forma del receptáculo y, en términos generales se relaciona el ovario con el resto de los ciclos florales; cuando el receptáculo es cónico, los ciclos florales se ubican debajo del ovario, la flor se denomina **hipógina** y el ovario es **súpero**, cuando el receptáculo es cóncavo o acopado, los ciclos florales rodean al ovario, la flor se denomina **perígina** y el ovario sigue siendo súpero, finalmente cuando el receptáculo es muy cóncavo y envuelve y

se suelda completamente al ovario, la flor es **epígina** y el ovario es **ínfero**, en este caso ese receptáculo forma parte del fruto y recibe el nombre de **clamidocarpo** (clamido = vestido, carpo = fruto). Fig. 4.5:

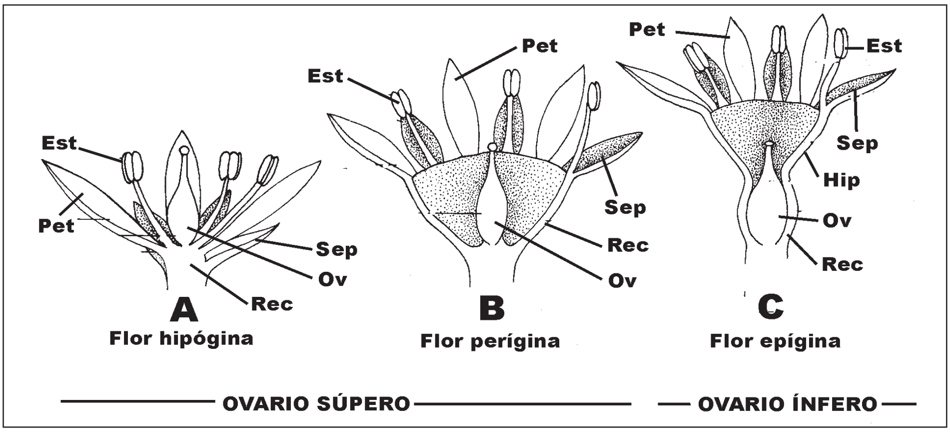


Fig. 4.5: **Esquemas de flor hipógina** con el receptáculo cónico(A), perígina con el receptáculo prolongado en un tubo floral (B) y epígina con el receptáculo prolongado en un tubo floral y soldado al ovario (C). Est: estambre, Hip: hipanto, Ov: ovario, Pet: pétalo, Rec: receptáculo, Sep: sépalo. Adaptado de Benson (1957).

La posición del ovario tiene mucho valor taxonómico ya que suele ser característo en cada familia, sin embargo, en algunas familias como las Rosáceas esa posición es variable, como se muestra en la Fig. 4.6.

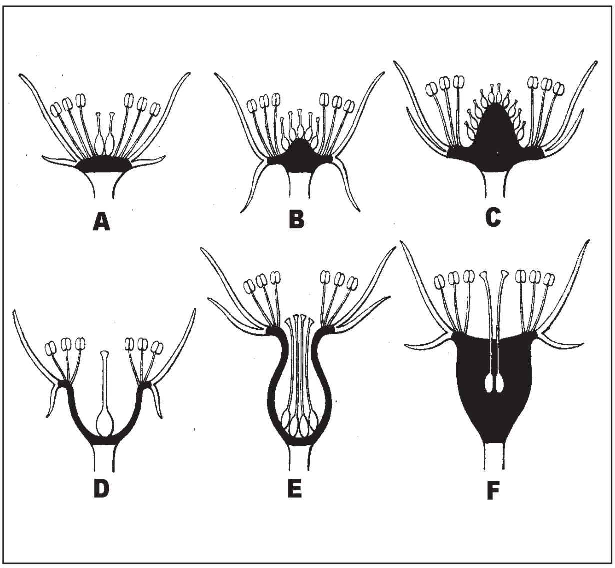
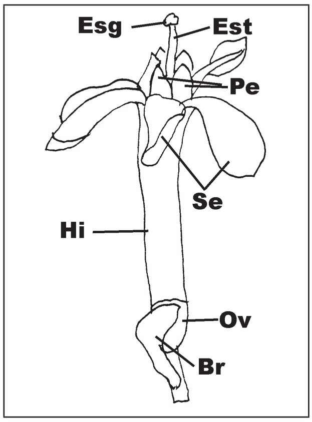


Fig. 4.6. Receptáculo dibujado en negro en la familia Rosáceas.
A: Plano en potentilla (Potentilla sp.), B. Convexo en frambueso (Rubus idaeus), C: Cónico en frutilla (Fragaria x ananassa), D: Cóncavo en cerezo (Prunus dulcis), E: Urceolado en rosa (Rosa sp.) F: Urceolado y adherido al ovario en un solo cuerpo en peral (Pyrus communis).
A, B, C y E.: Gineceos dialicarpelares; D y F: Gineceos gamocarpelares. Tomado de Stocker 1959.

En las flores períginas y epíginas el receptáculo forma una cúpula que puede prolongarse en un tubo denominado **hipanto** (hipo = debajo, anto = flor) sobe el cual se disponen el cáliz, la corola y los estambres. El hipanto es de origen caulinar y no debe confundirse con los tubos calicinos de las flores gamosépalas que son de origen foliar. Fig. 4.7.

Fig. 4.7: **Flor de *Ribes aureum* con el hipanto desarrollado en un tubo**. Br: bráctea tectriz, Esg: estigma, Est: estigma, Hi: hipanto, Ov: ovario, Pe: pétalos, Se: sépalos.



En algunas flores hipóginas se suele alargar el entrenudo que separa el androceo del gineceo formando el **ginóforo**, un pedestal que sostiene al gineceo por encima de los demás ciclos florales como ocurre en mayoría de las Caparáceas y muchas Crucíferas, Umbelíferas y Cariofiláceas donde en el fruto forma el **carpóforo** (carpo = fruto, foro = llevo); en otros casos el entrenudo que se alarga es el ubicado entre la corola y el androceo formando el **androginóforo**, un pedestal que sostiene el androceo y el gineceo (como en las Pasifloráceas). Fig. 4.8.

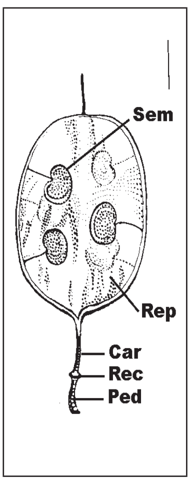
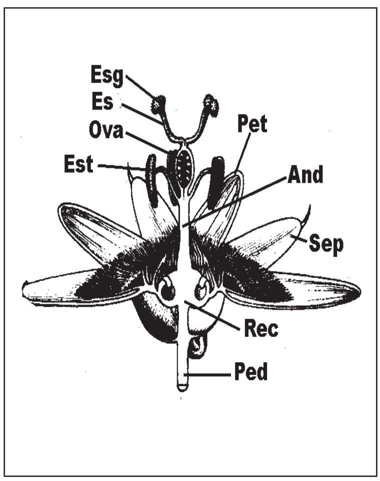


Fig. 4.8: Izquierda: Carpóforo (derivado de un ginóforo) en Lunaria annua, "moneda del Papa". Derecha: Androginóforo en un corte longitudinal de Passiflora coerulea, "pasionaria". And: androginóforo, Car: carpóforo, Es: estigma, Est: estambre, Esg: estigma, Ped: pedicelo, Ova: ovario, Pet: pétalo, Rec: receptáculo, Rep: replo del fruto, Sem: semilla Sep: sépalo,



Ciclos estériles: el perianto

Los ciclos exteriores, cáliz y corola, son estériles ya que no participan de la formación de gametas. Cumplen otras funciones como la de proteger a los ciclos reproductores especialmente en el estado de yema (particularmente el cáliz), atracción de insectos para la polinización (especialmente la corola con sus colores y olores), a veces forman parte del fruto y en algunos casos pueden participar de la dispersión de las semillas.

Casi siempre el cáliz está diferenciado de la corola por el color, consistencia, forma, pilosidad, etc. de las piezas que los componen; en este caso se habla de **perianto** (peri = alrededor, anto = flor) para mencionar a ambos.

En otros casos, las piezas del cáliz no se diferencian de las de la corola, aunque existen dos ciclos, en este caso se habla de **perigonio**. En el perigonio cada una de las piezas que lo componen recibe el nombre de **tépalo** y son idénticas entre si en forma, tamaño y color. Si los tépalos se asemejan a un cáliz, es decir, son mas o menos verdosos, el perigonio es calicino o sepaloide; en cambio, si se parece a los pétalos y es coloreado, el perigonio es corolino o petaloide.

Frecuentemente el término perianto se utiliza para indicar él o los ciclos estériles, independientemente de su forma, color, etc., o sea, tanto si se trata de un perianto verdadero, de un perigonio o si la flor presenta un solo ciclo protector

Teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las características de los ciclos estériles podemos clasificar a las flores en:

1. Flores **aclamídeas** (a = sin, clamidea = vestido) o **aperiandadas**: son las que carecen de ciclos protectores ya que se han perdido en el curso evolutivo, a veces reemplazados por brácteas como en las gramíneas, donde cada flor está protegida por dos brácteas denominadas **glumelas**: la **lemma** y la **pálea**. Estas flores también suelen llamarse desnudas. Las flores de los sauces y álamos también son desnudas.
2. Flores **monoclamídeas** (mono = uno) cuando tiene un solo ciclo protector. En este caso el perianto es simple y puede ser sepaloide como en las quenopodiáceas y urticáceas o petaloide como en algunas Amarantáceas y Poligonáceas.
3. Flores **diclamídeas**: (di= dos): con dos ciclos protectores, en este caso se pueden distinguir:
    3.1. Flores **heteroclamídeas** (hetero = distinto): cuando los ciclos están diferenciados en cáliz y corola.

3.2. Flores **homoclamídeas** (homo = igual): cuando los dos ciclos no se diferencian entre sí, o sea, cuando presentan perigonio.

El cáliz

Es el primer verticilo del periantо y está formado por los sépalos; generalmente presentan color verde (con muchas variantes) y sirve fundamentalmente para proteger a las piezas florales mas internas cuando la flor está en estado de yema o capullo. Como los sépalos son órganos claramente foliares en su descripción se utiliza la misma terminología empleada para describir las hojas.

Según el grado de concrescencia de los sépalos entre sí, el cáliz puede ser **dialisépalo** (corisépalo) cuando los sépalos son completamente libres o **gamosépalo** (sinsépalo) cuando presentan algún grado de unión. A veces se sueldan completamente formando una estructura tubulosa o cupuliforme, donde los sépalos se pueden reconocer por el número de dientes existentes en el extremo, en este caso se puede distinguir un tubo calicino y los lóbulos. Fig. 4.9.

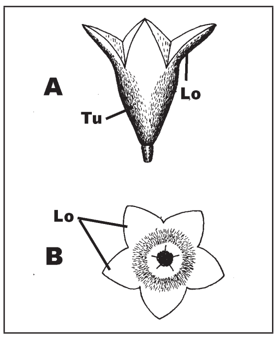


Fig. 4.9: **Cáliz gamosépalo en vista lateral (A) y en vista frontal (B). Lo**: lóbulos; **Tu**: tubo.

Si se analiza la simetría del cáliz atendiendo a la disposición de los sépalos en el verticilo puede ser **actinomorfo** si presenta dos o más planos de simetría, entendiendo por plano de simetría un plano de corte que nos da dos mitades iguales como dos imágenes especulares; **zigomorfo** si presenta un solo plano de simetría y **asimétrico** si carece de plano de simetría.

En cuanto a la duración de los sépalos, el cáliz puede ser **caduco** cuando se desprende y cae luego de la fecundación y comienzo del desarrollo del fruto (en la mayoría de las plantas) o **persistente** cuando acompaña al fruto en su desarrollo formando parte del mismo (en la manzana y la granada). En algunos casos el cáliz, luego de la fecundación, continúa creciendo junto al fruto (como en el tomate), se denomina

acrescente. Un caso extremo de cáliz acrescente se da en el “camambú” (*Physalis viscosa*) donde crece junto con el fruto y termina encerrándolo completamente a la madurez.

En algunos casos el cáliz aparenta ser doble, porque debajo del mismo se forma una especie de segundo cáliz denominado **calíclulo**, la mayoría de las veces integrado por hipsofilos, como en el “clavel” (*Dianthus cariophyllus*), la “malva” (*Malva parviflora*) o en la “viudita” (*Scabiosa atropurpurea*) y otras veces son estípulas de los sépalos como en la “frutilla” (*Fragaria x anannasa*).

En otros casos el cáliz está profundamente modificado y acompaña al fruto sirviendo para su dispersión, recibe el nombre de **papo** o **vilano**, propio de la familia Compuestas; por ejemplo, en los cardos (*Carduus* ssp) suele ser piloso y la dispersión es anemofila y en el “amor seco” (*Bidens* ssp) es aristado y con pelos retrorsos para adherirse a los animales (dispersión epizoocora).

La corola

Es el segundo verticilo del perianto y está formada por los pétalos que generalmente están coloreados y sirven de atracción de polinizadores. El color de los pétalos puede deberse a pigmentos hidrosolubles ubicados en las vacuolas como los antociánicos (colores rojo, azul o violeta según el pH.), las antoxantinas (colores amarillentos y blanco), las betalaínas (colores violeta, rojo y amarillo) o a pigmentos liposolubles ubicados en cromoplastos como los carotinoides (colores rojo u naranja) y las xantofilas (color amarillo). El color blanco puede deberse a la reflexión total de la luz. Si los pétalos son lisos el color es brillante, si son papilosos el color es aterciopelado.

Es frecuente que los pétalos presenten manchas características de colores vivos, son las señales de néctar o **guías de néctar**, que sirven a los polinizadores, especialmente a los insectos, de guía para ubicar el néctar.

Según el grado de concrescencia de los pétalos entre sí, la corola puede ser **dialipétala** (coripétala) cuando los pétalos son completamente libres o **gamopétala** (simpétala) cuando presentan algún grado de unión. En el último caso se puede distinguir el tubo corolino, que es el sector soldado y tubuloso de la corola, la garganta que es la zona donde termina el tubo y comienza en ensanchamiento para formar el limbo. Fig. 4.10.

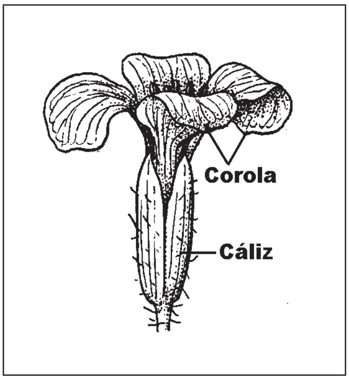
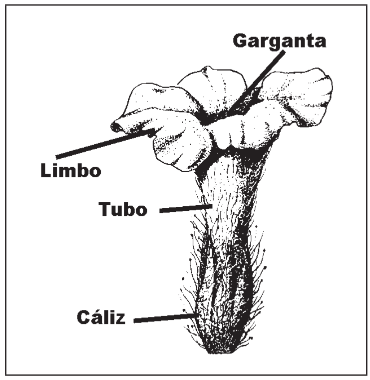


Fig. 4.10: **Corolas dialipétala** (a la izquierda)y **gamopétala** (a la derecha)



En las corolas dialipétalas, donde cada pétalo se puede reconocer en su origen foliar, para su descripción se utiliza la terminología empleada para describir las hojas, pero atendiendo a que la parte ensanchada o laminar de un pétalo se denomina **lámina** y la parte angosta que se inserta en el receptáculo se denomina **uña.** Entre ambas puede existir una **lígula** (como en la "saponaria" *Saponaria officinalis* o en el "laurel de jardín" *Nerium oleander*). El conjunto de lígulas de los pétalos (o de los tépalos en los perigonios) se suelen unir para formar la **corona** o **paracorola** (por ejemplo en el "junquillo", *Narcissus tazetta*). Fig. 4.11.

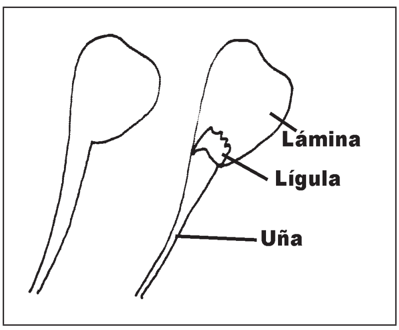
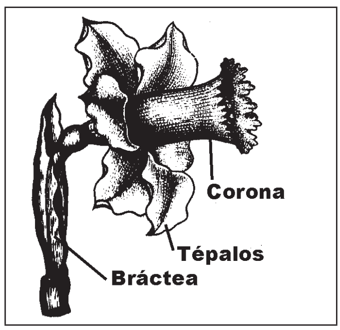


Fig. 4.11. **Pétalo sin lígula y con lígula** (a la izquierda) **y corona en** *Narcissus* (a la derecha)



La uña puede ser corta como en los rosales (*Rosa* ssp.) o puede ser larga como en el "clavel" (*Dianthus caryophyllus*). En las corolas gamopétalas se describe la forma general que adopta toda la corola, no cada pétalo. En estos casos se puede distinguir un **tubo** más o menos largo y una zona ensanchada denominada **limbo**, a veces dividida en lóbulos; la zona interna y de unión entre ambos se denomina **garganta.**

Según la simetría la corola también puede ser actinomorfa, zigomorfa y asimétrica, como lo hemos analizado en el cáliz. Fig. 4.18.

Atendiendo a las características anteriores, se pueden distinguir diferentes tipos de corolas típicas, cuyo reconocimiento es muy útil en taxonomía, son las siguientes:

Corolas dialipétalas y actinomorfas (Fig. 4.12)

Cruciforme: Con cuatro pétalos con uña, dispuestos en cruz en un solo ciclo. Ej “alelí” (*Mathiola incana*), “flor amarilla” (*Diplotaxis tenuifolia*).

Papaverácea: Con cuatro pétalos sin uña, dispuestos en dos ciclos. Ej. “amapola” (*Papaver rhoeas*).

Rosácea: Con cinco pétalos de uña corta. Ej. “duraznero” (*Prunus persica*).

Cariofilácea: Con cinco pétalos de uña larga. Ej. “clavel” (*Dianthus caryophyllus*).

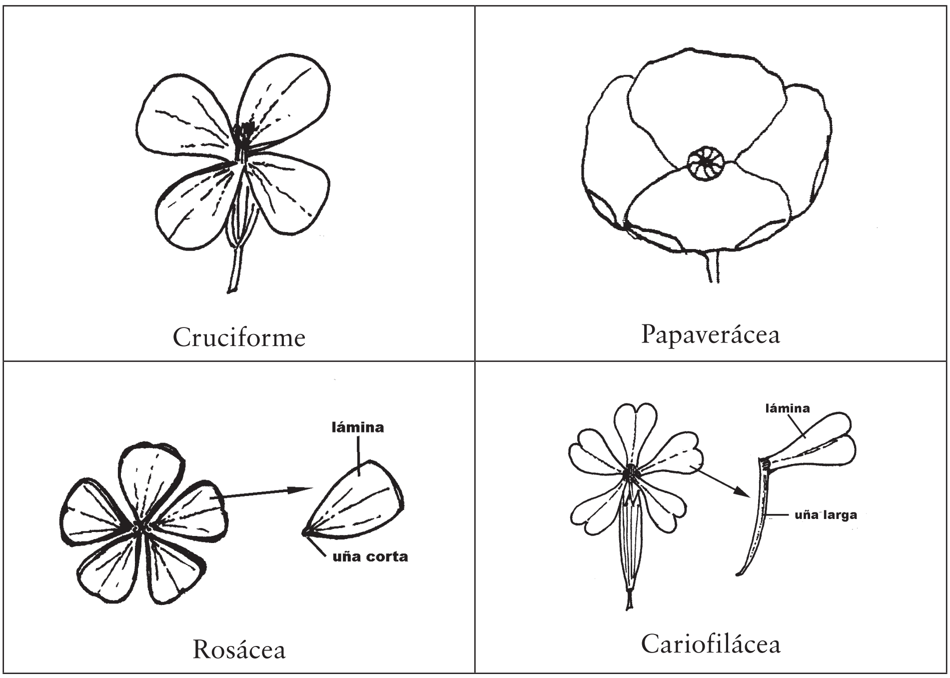
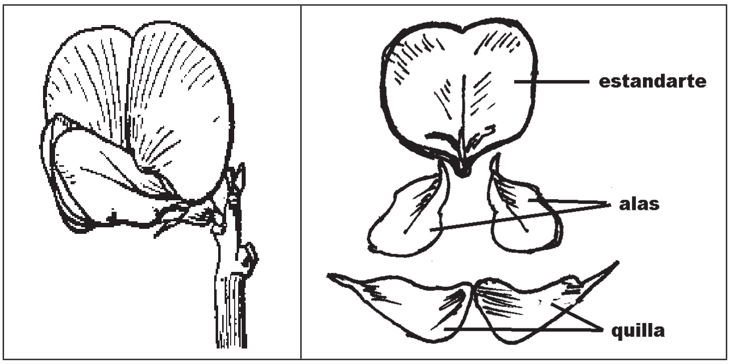


Fig. 4.12: esquemas representando **Corolas dialipétalas y actinomorfas**

Corolas dialipétalas y zigomorfas (Fig. 4.13)

Papilionácea o papilionada: Corola pentámera con un pétalo mayor y externo denominado estandarte o vexilo, dos pétalos laterales denominados alas y dos pétalos inferiores soldados entre sí formando la quilla, en cuyo interior encontramos los ciclos fértiles.

Fig. 4.13: Corola papilionácea al centro y su disección a la derecha.



Corolas gamopétalas y actinomorfas (Fig. 4.14)

Rotácea (rotada): (rota = rueda) Presenta el limbo patente (o sea extendido como una rueda) y el tubo cortísimo. Ej. *Solanum*, *Verbascum*.

Infundibuliforme: (infundibulum = embudo) presenta un limbo ensanchado y cónico y un tubo, como un embudo. Ej. "campanillas" (*Ipomoea* ssp).

Hipocraterimorfa (hipocrateriforme): presenta un limbo patente como en la rotácea pero con un tubo largo.

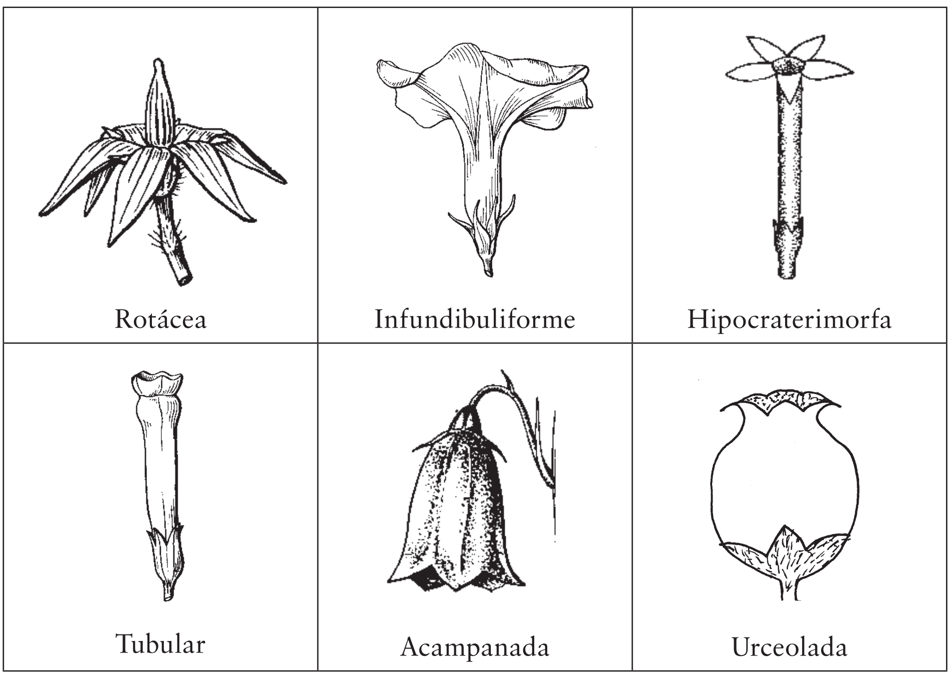


Fig. 4.14: Esquemas representando **corolas gamopétalas y actinomorfas**

Tubular (Tubulosa): presenta el tubo cilíndrico y el limbo casi nulo o casi nulo. Ej.: "palán palán" (*Nicotiana glauca*) En el caso de que el tubo sea muy angosto la corola se denomina **filiforme**. Flores femeninas de *Baccharis* y *Conyza*.

Acampanada (Campanulada): con forma de campana, es decir, con el tubo ancho y cónico y el limbo poco extendido. Ej. *Campanula* ssp

Urceolada: como una olla, con el tubo con forma de tonel y el limbo poco desarrollado. Ej. "huevo de gallo" *Salpichroa origanifolia*.

Corolas gamopétalas y zigomorfas (Fig. 4.15)

Labiada (bilabiada): cuando el limbo está dividido en dos labios, generalmente uno superior formado por dos lóbulos y uno inferior formado por tres lóbulos. Ej. la mayoría de las *Labiadas* (*Lamiaceas*). En algunos casos el labio superior desarrolla muy poco y la corola aparenta tener un solo labio, se llama entonces **unilabiada**. Ej.: *Teucrium*, *Ajuga*.

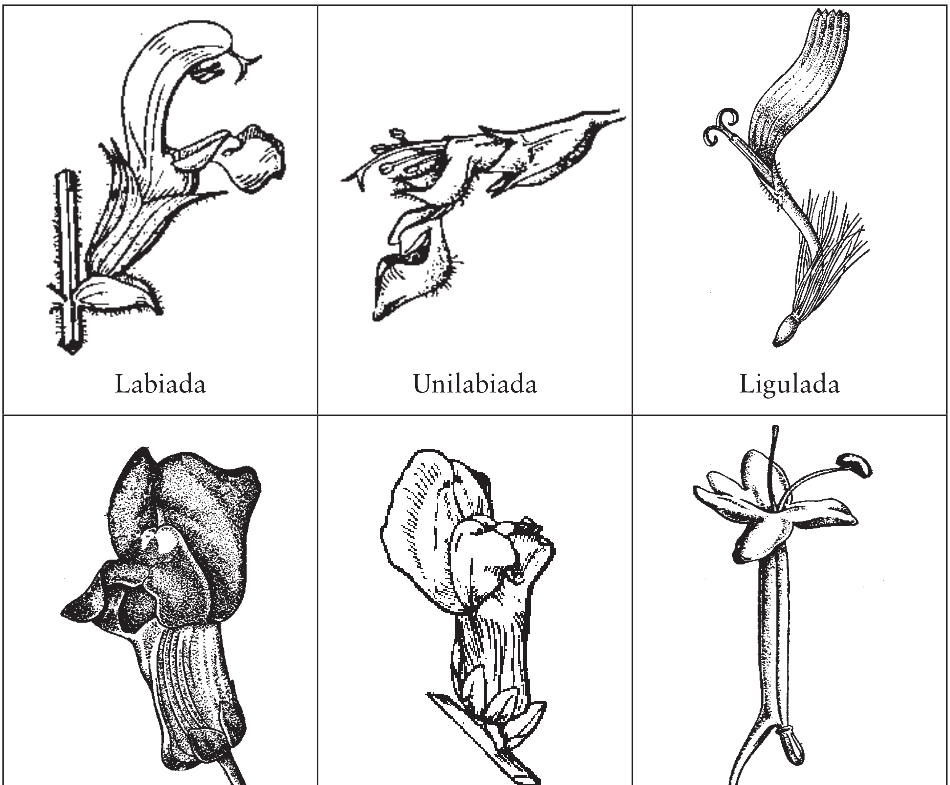


Fig. 4.15: esquemas representando **corolas gamopétalas y zigomorfas.**

Ligulada: cuando el limbo forma un solo labio pero este es plano como una lengua, con tres o cinco dientes en el extremo. Son flores frecuentes en los capítulos de las *Compuestas* (*Asteráceas*) como ejemplo, las lígulas de los capítulos del "girasol", (*Helianthus annuus*).

Personada: es una corola bilabiada pero con una abolladura en el labio inferior que cierra la garganta y se denomina **paladar**. Ej. muchas *Escrofulariáceas*.

Gibosa: cuando la corola presenta una giba o joroba en la base. Ej. "conejito", *Antirrhinum majus*.

Espolonada: cuando la giba es larga y se parece a un espolón. Ej. "valeriana roja", *Centranthus ruber*.

La duración de los pétalos suele ser menor que la de los sépalos, generalmente caen luego de la fecundación (corolas **caducas**), pero a veces persisten en tiempo mas o menos prolongado (corolas **persistentes**). Las corolas persistentes pueden ser **marcescentes** si se marchitan o **acrescentes** si no lo hacen y crecen acompañando al fruto. En las corolas persistentes los pétalos suelen cambiar de color luego de la fecundación, como señal para los insectos polinizadores, como ocurre en la "madreselva" (*Lonicera japonica*) o en la "lantana" (*Lantana camara*).

Prefloración

La **prefloración** o **estivación** es la disposición relativa de las piezas del perianto en la yema floral. Atendiendo a que sépalos y pétalos son órganos de origen foliar, la prefloración es equivalente a la prefoliación o vernación en las yemas vegetativas. Tiene gran importancia en taxonomía. Se analiza haciendo un corte transversal en la yema floral, aunque también se puede analizar con el perianto ya desarrollado. Como la prefloración del cáliz puede ser distinta de la corola en la misma flor, es necesario analizarla en cada ciclo y siempre es más importante en la corola y a ella nos referiremos.

Pede ser (Fig. 4.16):

1. **Abierta**: Cuando los pétalos están separados.
2. **Valvar** o **valvada**: Cuando los pétalos se tocan por sus márgenes.
3. **Imbricada**: cuando pétalos se solapan o cubren entre sí de alguna manera. En este caso se pueden distinguir los siguientes tipos de prefloración:
   - 3.1. **Quincuncial**: Con dos pétalos que cubre (externos) no contiguos, dos pétalos no contiguos que son cubiertos y el restante cubre y es cubierto.

3.2. **Contorta** o **torcida**: Todos los pétalos cubren por un margen y son cubiertos por el otro como una rueda de molino de viento.
3.3. **Vexilar** o **coclear descendente**: Presenta un pétalo (generalmente el mayor) totalmente externo denominado estandarte o vexilo que cubre a los laterales (alas) contiguos y estos cubren a los otros dos que forman la carina o quilla. Es la corola papilionácea típica.
3.4. **Carinal** o **coclear ascendente**: Es similar a la anterior pero con el estandarte interno, siendo totalmente externa uno de los pétalos de la carina.

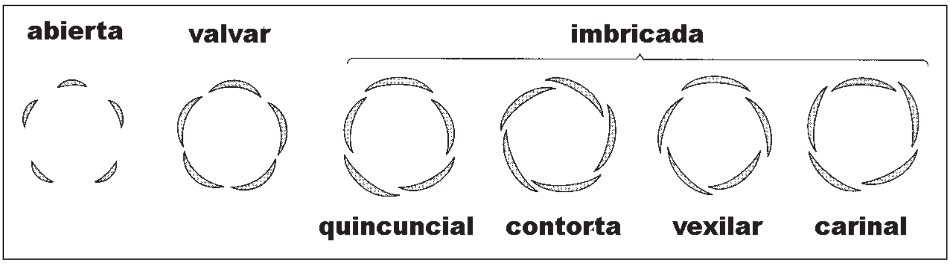


Fig. 4.16.: Diagramas que representan los diferentes **tipos de prefloración**

La prefloración puede caracterizar a familias enteras o a otros grupos taxonómicos, por ejemplo la prefloración contorta de la corola es característica de Malváceas, Convolvuláceas, Gencianáceas, etc.; la vexilar de las Papilionoideas y la carinal de las Cesalpinoideas, ambas subfamilias de las leguminosas.

Reducción y modificación de los ciclos estériles

Las flores que presentan todos los ciclos se denominan **completas**, pero, en el curso evolutivo y en diferentes grupos taxonómicos, puede ocurrir una perdida de uno o más ciclos y las flores se denominan **incompletas.** Entre los ciclos que pueden perderse (o modificarse) están los estériles, tanto el cáliz como la corola. Ya se ha señalado que si se pierden los dos ciclos la flor se denomina aclamídea y si se pierde uno se llama monoclamídea.

Generalmente la reducción de estos ciclos (especialmente de la corola) esta relacionada con fenómenos de autogamia (flores que se autopolinizan) como ocurre con las flores autógamas de la "ortiga mansa" (*Lamium amplexicaule*) donde la corola está muy reducida (Fig. 4.17) o de anemogamia secundaria (especies que se adaptaron a la polinización

por el viento transformando sus flores que originalmente las polinizaban insectos) como ocurre en las gramíneas, en los álamos, en algunos fresnos y en algunos arces.



Fig. 4.17: Flores autógamas y alógamas en *Lamium amplexicaule*, “ortiga mansa”: En la axila, abajo una flor autógama; arriba 3 flores alógamas.

Simetría floral

Simetría es la repetición regular de elementos estructurales similares o iguales a lo largo de un eje o en un punto del mismo. En la flor interesa la distribución de esos elementos en cada ciclo, particularmente el cáliz y la corola. Ya se ha analizado en cada caso, pero cuado se habla de simetría floral (sin especificar ciclo) nos estamos refiriendo a la corola. En este caso recordemos que existen tres tipos de flores según su simetría:

1. **Actinomorfas** (radiadas o polisimétricas): con simetría radial, o sea con varios planos de simetría.
2. **Zigomorfas** (dorsiventrales o monosimétricas): con simetría bilateral o especulas, esto es con un solo plano de simetría.
3. **Asimétricas**: sin planos de simetría. Las flores espiraladas son asimétricas; pero también pueden serlo las flores cíclicas por reducción de piezas florales o por cambios de posición de las mismas, en estos casos se dicen que son secundariamente asimétricas.

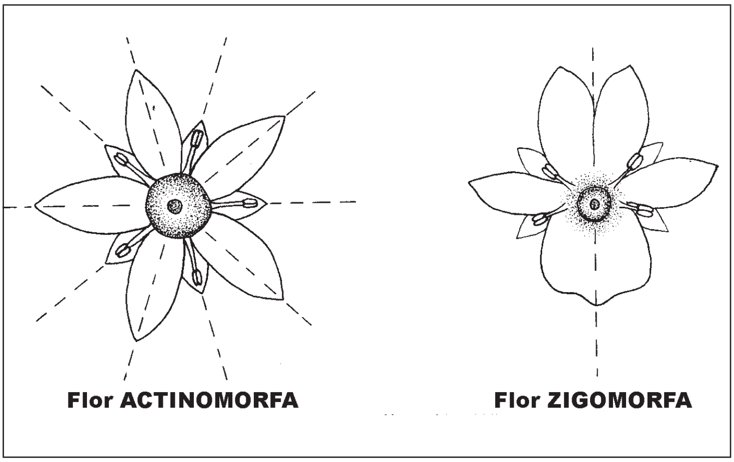


Fig. 4.18: **Esquemas de simetría floral.** Las líneas interrumpidas indican los planos de simetría posibles

Ciclos fértiles: androceo y gineceo. Sexualidad de la flor

Los ciclos internos en la flor, el androceo formado por estambres y el gineceo formado por carpelos son fértiles ya que en los estambres se produce el grano de polen que contiene dos gametas masculinas denominadas **anterozoides** y los carpelos contienen los óvulos, cada uno portador de una gameta femenina denominada **oosfera**. O sea ambos, androceo y gineceo constituyen los ciclos sexuales de la flor.

De acuerdo con el desarrollo de estos ciclos, o sea analizando la sexualidad de la flor, estas pueden ser:

1. **Asexuadas** (neutras o estériles): Cuando no presentan ciclos fértiles. Son flores sin sexualidad como las flores liguladas de los capítulos de "girasol" (*Helianthus annuus*). Fig. 15.
2. **Sexuadas** (fértiles): cuando presentan por lo menos un ciclo fértil. Pueden ser
   - 2.1. **Hermafroditas** (monoclinas, bisexuales o perfectas): cuando presentan estambres y carpelos fértiles. Son las flores más comunes.
   - 2.2. **Unisexuales** (diclinas o imperfectas): cuando presentan un solo ciclo fértil como en los sauces, álamos, fresnos, etc. A su vez pueden ser:
     - 2.2.1. **Estaminadas** (masculinas): cuando presentan sslo estambres fértiles. Fig. 4.15.
     - 2.2.2. **Pistiladas** (ovariadas o femeninas): cuando presentan solo carpelos fértiles. Fig. 4.19.

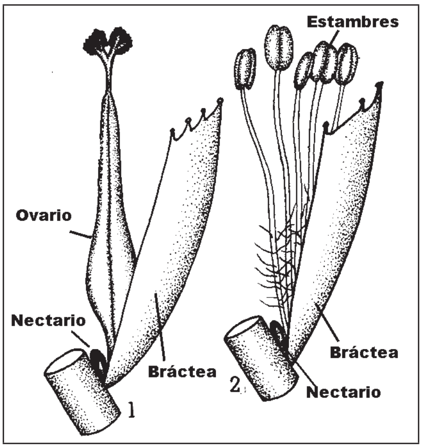
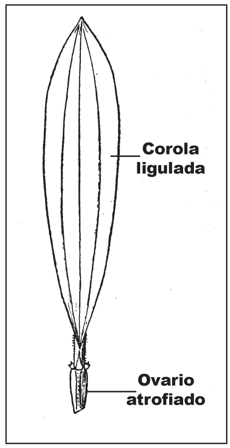


Fig. 4.19: **Flores neutras y unisexuales.** A la izquierda flores unisexuales de Salix: 1. flor pistilada, 2. flor estaminada. A la derecha flor asexuada de girasol

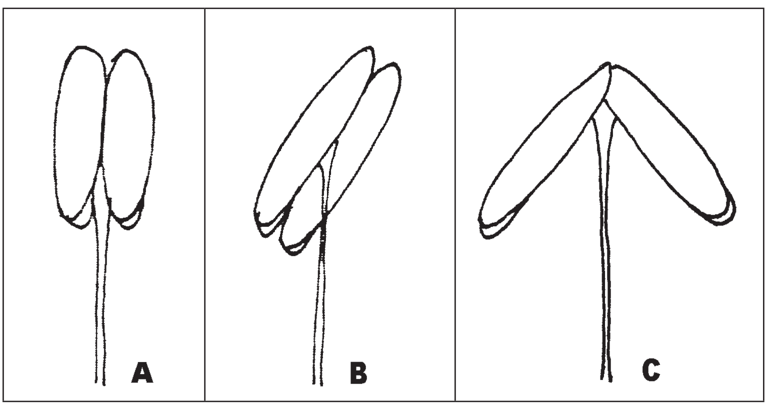


El androceo

Ya se ha señalado que el tercer y cuarto ciclo de una flor completa (flor pentacíclica) está constituido por los estambres, que en conjunto constituyen el androceo, cuya función es la producción de polen. Pero es frecuente que exista solo un ciclo de estambres en la flor (flores tetracíclicas) o más de dos ciclos. También es muy variable el número de estambres, incluso este número puede llegar a variar dentro de flores de una misma especie. Si bien en algunos casos es posible reconocer el origen foliar de los estambres, en la mayoría de las flores han perdido la forma laminar y se componen de dos partes bien delimitadas: el **filamento** que es un eje delgado y estéril y la **antera** que es una porción dilatada y fértil.

El filamento: se une a la antera en la antera en la zona del conectivo; si lo hace en la base la antera se denomina **basifija** y si lo hace en la zona media, que es lo más corriente, se denomina **dorsifija** y también puede hacerlo en el ápice y se denomina **apicifija**. Fig. 4.20.

Fig. 4.20. **Tipos de anteras según la inserción del filamento. A:** basifija, **B:** dorsifija, **C:** apicifija



Puede ocurrir que el filamento falte entonces el estambre se denomina **sésil**.

La antera: casi siempre se diferencia en dos mitades simétricas, las **tecas** que se unen entre si mediante un tejido denominado **conectivo** por donde discurre el hacecillo liberoleñoso. A su vez, cada teca está formada por dos **sacos polínicos**, en cuyo interior se forman los granos de polen, de manera que la antera presenta cuatro sacos polínicos. Estas anteras con dos tecas se denominan **ditecas** o **ditécicas**, pero existen anteras con solo una teca y se denominan **monotecas** o **monotécicas** como el "palo borracho", *Chorisia insignis* o en el género *Salvia*. Fig. 4.21:

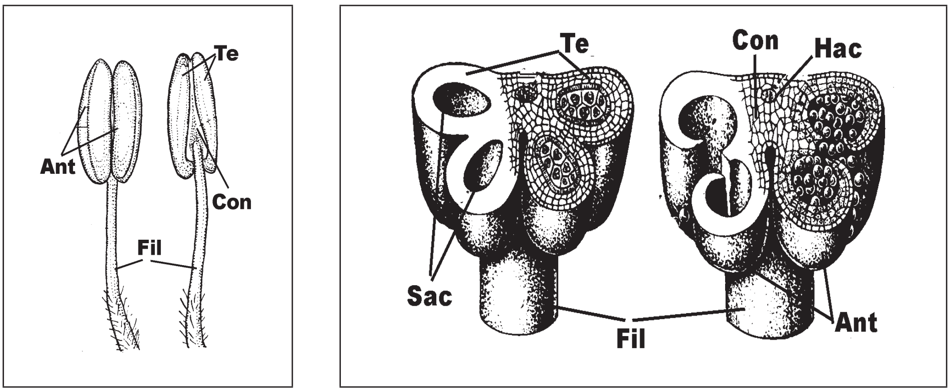


Fig. 4.21: Izquierda: **Estambres en vista adaxial y abaxial**. Derecha: **Corte transversal de la antera**: Ant: antera, Con: conectivo, Fil: filamento, Hac: hacecillo liberoleñoso, Sac: sacos polínicos Te: tecas.

Dehiscencia

Cuando la antera madura, o sea, cuando los granos de polen están formados, los dos sacos polínicos de cada antera confluyen entre sí por rotura del tabique que los separa y entonces se produce la rotura de la pared de la antera para liberar los granos de polen proceso que se denomina dehiscencia de la antera y ocurre merced a un tejido especial denominado **endotecio**.

De acuerdo a la manera en que se produce la apertura o fisura de la antera la dehiscencia puede ser:(Fig. 4.22)

Longitudinal: cuando la apertura se hace a lo largo de la antera en la zona de unión de los dos sacos polínicos. Es la más frecuente.

Transversal: cuando ocurre por una línea perpendicular al eje de la antera. Es poco frecuente. Ej. *Alchemilla*.

Poricida o foraminal: cuando ocurre por poros circulares casi siempre situados en el ápice de la antera. Ej. Solanáceas y Ericáceas.

Valvar u opercular: cuando ocurre por poros de diferente forma pero manteniendo el tejido levantado a manera de ventanas.

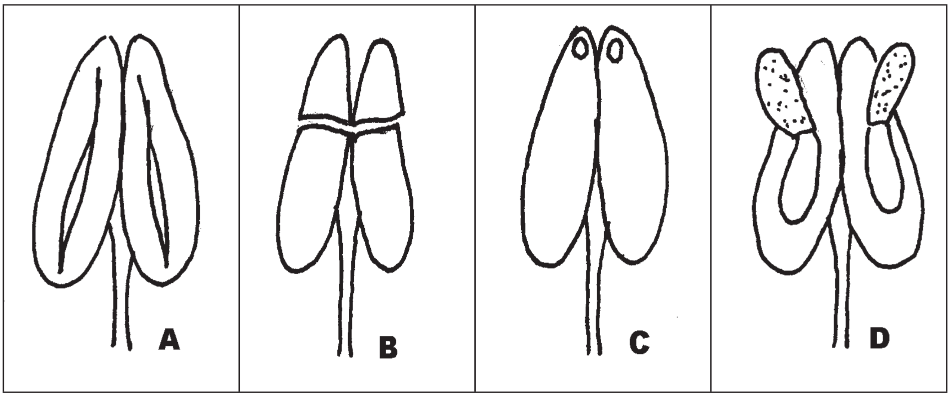


Fig. 4. 22: **Dehiscencia de anteras.**
A: longitudinal, **B**: transversal, **C**: poricida, **D**: valvar

Casi siempre la dehiscencia ocurre hacia el interior de la flor, o sea, hacia el gineceo, las anteras entonces se denominan **introrsas**; el caso contrario es más raro y el polen se vuelca hacia el exterior, son las anteras **extrorsas**.

En el androceo se puede analizar el número de estambres y su relación con los pétalos, la soldadura o cohesión y su longitud.

Número de estambres y su relación con los pétalos

Si se analiza solo el número de estambres del androceo (puede variar entre 1 y 2000), las flores pueden ser **monandras**, **diandras**, **triandras**, **poliandras**, etc. En general en las flores espiraladas el número de estambres suele ser elevado (**poliandria primaria**) y en las flores cíclicas se reduce y determina, siendo 5 el número mas frecuente. Sin embargo, en estas flores cíclicas, el número puede elevarse por división de los primordios estaminales (**poliandria secundaria**)

Si se analiza ese número en relación con el número de pétalos, las flores pueden ser:

Isostémonas: cuando la flor presenta igual número de estambres que de pétalos.

Anisostémonas: cuando la flor presenta distinto número de estambres que de pétalos. Se pueden presentar los siguientes casos:

Meiostémonas: con menos estambres que pétalos.

Diplostémonas: con el doble número de estambres que de pétalos.

Polistémonas: con más del doble número de estambres que de pétalos. Cuando los estambres son muy numerosos suelen ser muy coloreados y contribuyen con la corola a la atracción de los polinizadores e incluso la reemplazan en esa función.

Si se analiza la posición del primer ciclo de estambres con respecto a los pétalos lo corriente es que sean **alternipétalos** (siguen la regla de la alternancia) pero puede ocurrir que sean **oposipétalos** (se enfrentan a los pétalos); en este caso se considera que el ciclo de estambres es el segundo de la flor, ya que el primero se ha perdido en el curso evolutivo.

Soldadura de los estambres

Se puede analizar la cohesión entre los mismos estambres; si están libres el androceo se denomina **dialistémono**, caso contrario es **gamostémono**. La soldadura entre los estambres puede ocurrir de diferente manera: Fig. 4.19.

1. Se pueden soldar solo los filamentos, manteniendo las anteras libres, con las siguientes alternativas:
   Monadelfos (mono = uno, adelfos = hermano): los filamentos de todos los estambres se unen formando un cuerpo cilíndrico denominado tubo estaminal, como en Malváceas y algunas leguminosas Papilionoideas.
   Diadelfos: cuando forman dos haces como en la mayoría de las leguminosas Papilionoideas que tienen diez estambres en dos grupos: nueve soldados y uno libre.
   Poliadelfos: cuando forman tres o más haces. Ej. *Hippericum*.
2. Se pueden soldar las anteras pero no los filamentos; el androceo se denomina **sinantéreo** (sin = unión) o **singenésico**; este androceo caracteriza a la familia compuestas. A veces las anteras se tocan pero sin llegar a soldarse como en el género *Solanum*, se dice que las anteras son **conniventes**.

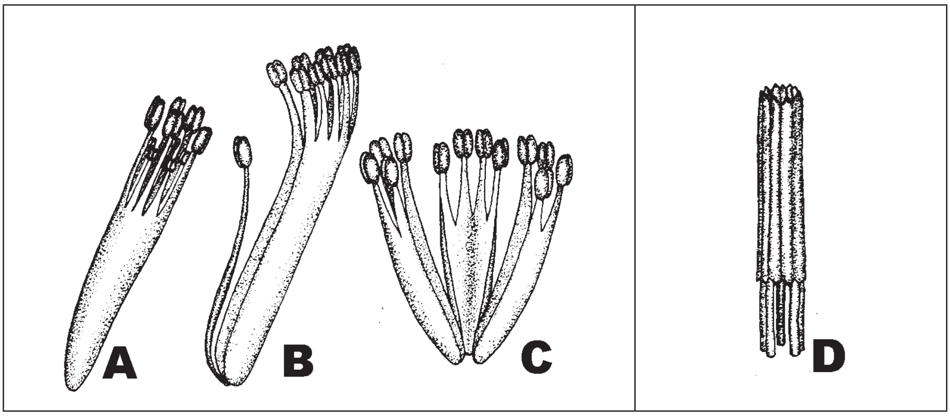


Fig. 4.23. Soldadura de los estambres. A: androceo monadelfo, B: androceo diadelfo, C: androceo poliadelfo, D: androceo sinantéreo

3. Se pueden soldar filamentos y anteras en un solo cuerpo y el androceo se denomina **sinfiandro** como en algunas Cucurbitáceas.

También se puede analizar la cohesión con los ciclos adyacentes: corola y gineceo. En la mayoría de las corolas gamopétalas los estambres suelen soldarse a la corola por sus filamentos de manera que parece que los estambres nacen de la corola, son los estambres **epipétalos**. En otros casos los estambres se sueldan al gineceo formando un solo cuerpo, los estambres se denominan **epiginos**, es el caso de las Asclepiadáceas donde estambres y gineceo forman un solo cuerpo denominado **ginostegio**.

Longitud de los estambres

Se puede analizar la longitud relativa de los estambres entre sí en cuyo coso podemos distinguir los siguientes androceos:

Homodínamo: con todos los estambres de igual longitud.

Heterodínamo: con estambres de distinta longitud. En este caso existen muchas alternativas, pero las más frecuentes son:

Didínamo: con dos estambres cortos y dos más largos. Ej: Labiadas y Escrofulariáceas.

Tetradínamo: con dos estambres cortos y cuatro largos. Ej. Crucíferas.

En relación con la longitud de la corola los estambres pueden ser **insertos** o **inclusos** cuando son mas cortos que la misma y **exertos** cuando sobresalen.

Estaminodios

Algunos estambres en el curso evolutivo pierden la capacidad de producir polen (puede ocurrir con un ciclo completo o con algún estambre de un ciclo), generalmente son mas cortos que los estambres fértiles y la antera se atrofia, se denominan **estaminodios**. Fig. 4.24.

En algunos casos se hacen petaloides y sirven para la atracción de insectos y en otros desarrollan un nectario para la recompensa a los polinizadores.



Fig. 4.24: **Flor de "alfilerillo"** ***Erodium cicutarium***. El androceo consta de dos ciclos uno exterior de 5 estaminodios y uno interior de 5 estambres fértiles. En la foto un estaminodio (**Es**) sin antera alterna con dos estambres (**Est**).

Polen

Dentro de los sacos polínicos se diferencia un tejido denominado **arquesporio** formador de los granos de polen. Algunas de sus células (las células madres de los granos de polen) se dividen por meiosis originando 4 micrósporas cada una de las cuales, por haplomitosis origina un grano de polen.

En las angiospermas el grano de polen maduro consta de una capa protectora compleja, la **esporodermis**, que casi siempre se diferencia en dos estratos, uno exterior, la **exina** y uno interior, la **intina** y de un protoplasto con al menos dos núcleos (o células) uno **vegetativo** y otro **generativo** (o reproductivo). La exina es un estrato generalmente grueso y complejo formado por **esporopoleninas** (son derivados terpénicos químicamente muy resistentes) que puede presentar externamente diferentes ornamentaciones y surcos (colpos) o poros germinativos destinados a permitir la salida del tubo polínico que es formado por crecimiento de la intina, que es un estrato delgado formado por pectina y celulosa. Fig. 4.25.

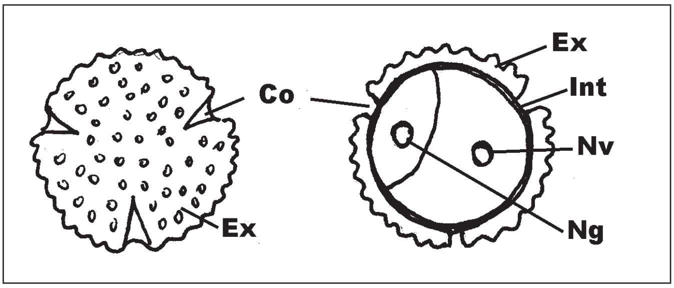


Fig. 4.25: **Grano de polen tricolpado en vista exterior con la exina ormnamentada y en corte.**
Co: colpos, **Ex**: exina, **In**: intina, **Ng**: núcleo generativo, **Nv**: núcleo vegetativo

El núcleo vegetativo es el encargado de la conducción del tubo polínico y el núcleo generativo se divide para formar los dos anterozoides (gametas masculinas).

La forma de los granos de polen, así como su tamaño, su color, la ornamentación y el número de colpos y poros es muy variable en las diferentes especies. Los granos de polen pueden ser muy homogéneos en una familia como ocurre en las gramíneas o puede ser tan variable que permite reconocer los géneros y hasta las especies como en las escrofulariáceas. La Palinología es la ciencia que se encarga del estudio del polen. La resistencia química de la exina hace que el polen deje un registro fósil muy importante de manera que permite el estudio de floras extinguidas (paleobotánica) y también la identificación de estratos geológicos de mucho interés. El polen actual también es importante en el estudio de las mieles y es responsable de enfermedades alérgicas (plantas alergógenas).

Por otra parte el polen suele ser recompensa muy importante para los insectos polinizadores que lo utilizan para su alimentación o para la alimentación de sus larvas ya que es un alimento muy completo por su contenido en proteínas, hidratos de carbono y grasas. Al salir de la antera los granos de polen pueden hacerlo individualmente, separados unos de otros (polen **pulverulento**) o puede hacerlo en forma agregada, unidos por el cemento polínico, ya sea en **tétradas** como se originaron por la meiosis, en **másulas** que son conjuntos de granos de polen organizados para la polinización o en **polinios** cuando son todos los granos de polen de una antera que salen en conjunto. En general el polen pulverulento y sin adherencia caracteriza a las plantas polinizadas por el viento (polinización anemolfila); en cambio el polen agregado y adherente caracteriza a las plantas polinizadas por animales (polinización zoofila, particularmente la entomofilia de las plantas polinizadas por insectos).

El gineceo

Etimológicamente significa sala destinada a las damas. Es el ciclo interno y femenino de una flor constituido por una o más hojas carpelares o **carpelos**. Se interpreta cada carpelo como una hoja plegada sobre su nervio medio hacia la cara superior o epifilo y que contiene dos nervios marginales o placentarios sobre los que se insertan los **óvulos** o **primordios seminales**.

En las angiospermas, casi siempre, este carpelo se suelda por los bordes de manera que los óvulos quedan en su interior y dispuestos en dos hileras paralelas (en los gineceos unicarpelares) o se suelda a un carpelo contiguo (en los gineceos pluricarpelares). Además el o los carpelos se diferencian en una zona abultada y fértil que contiene los óvulos y se denomina **ovario** que lleva en su ápice el **estilo** y el **estigma**, todo semejando una mano de mortero, de allí el nombre de **pistilo** con que se conoce al gineceo.

Número de carpelos

De acuerdo con el número de carpelos los gineceos pueden ser **monocarpelares**, **bicarpelares**, **tricarpelares, pluricarpelares**. En las flores cíclicas los carpelos también forman un ciclo, sin embargo en algunos gineceos pluricarpelares, la disposición de los carpelos puede ser espiralada como en las zarzamora, *Rubus* ssp. o en la “magnolia”, *Magnolia grandiflora*.

Soldadura de los carpelos

Los gineceos monocarpelares siempre forman un solo cuerpo (ovario, estilo y estigma); sin embargo en los gineceos con más de un carpelo cada carpelo puede formar un cuerpo separado o sea se mantienen libres entre sí, son los gineceos **dialicarpelares** o **apocárpicos,** o pueden formar un solo cuerpo con distinto grado de soldadura, son los gineceos **gamocarpelares** o **sincárpicos**. Fig. 4.26.

En la unión de dos o mas carpelos en un solo cuerpo (**sincarpo**) puede ocurrir que cada carpelos forme su propia cavidad ovárica o **lóculo** de manera que encontramos tantos lóculos como carpelos (ovarios **biloculares**, **triloculares...pluriloculares**) o también que los carpelos se unan entre sí por los márgenes formando una única cavidad ovárica (ovarios **uniloculares**). Fig. 4.27.

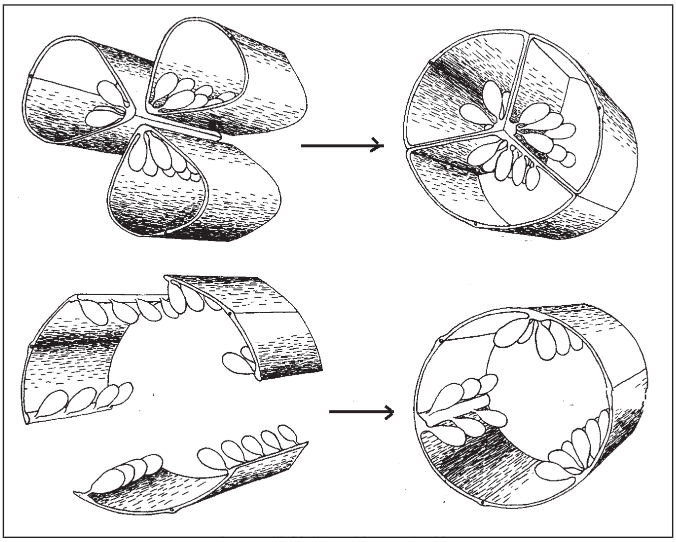


Fig. 4.26: **Gineceos gamocarpelares**: Arriba: tres carpelos plegados por su nervio medio y soldados por sus márgenes se unen para originar un ovario trilocular. Abajo: tres carpelos se unen por sus márgenes para formar un ovario unilocular

En los carpelos con más de un lóculo, cada lóculo esta separado del contiguo por el **tabique carpelar, septo** o **disepimento** formado por las paredes soldadas de los dos carpelos mediante la **sutura carpelar**, términos que se trasladan a los frutos bi-pluriloculares. Fig. 4.27.

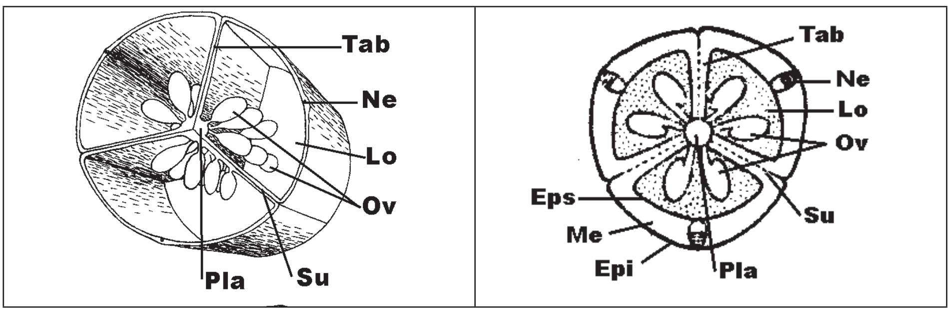
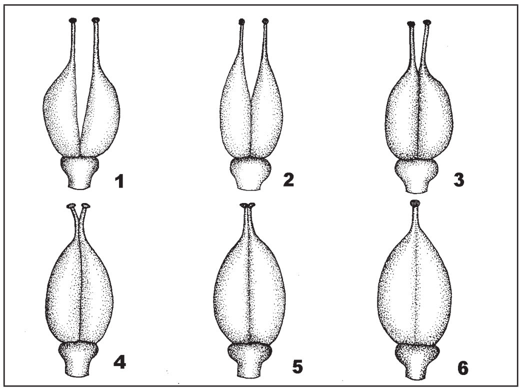


Fig. 4.27: **Esquemas de ovarios tricarpelares y triloculares.** A la izquierda en perspectiva y a la derecha en corte plano. **Epi**: epidermis inferior de la hoja carpelar, **Eps**: epidermis superior de la hoja carpelar, **Lo**: lóculo, **Me**: mesofilo de la hoja carpelar, **Ne**: nervio medio, **Ov**: óvulos, **Pla**: placenta, **Su**: sutura carpelar, **Tab**: tabique carpelar.

El grado de concrescencia entre los carpelos es muy variable, puede ocurrir por los ovarios o parte de los mismos, por los ovarios y los estilos o soldarse completamente en un solo cuerpo, como se muestra en la Fig. 4.28.

Fig. 4.28: **Grado de concrescencia entre carpelos**:
1: sólo en la base del ovario
2: hasta su parte media
3: por todo el ovario pero con estilos y estigmas libres
4: todo el ovario y parte del estilo
5: todo el ovario y el estilo manteniendo libres los estigmas
6: completamente soldado



Ovario, placentas y placentación

El ovario es entonces la zona ensanchada del gineceo donde se disponen los óvulos. Es una cavidad formada por uno o más carpelos, donde se disponen los óvulos. Como ya se ha señalado, los óvulos se disponen sobre los nervios marginales de la hoja carpelar. Son esos nervios lo encargados de la nutrición de los óvulos hasta su transformación en semillas; generalmente están muy desarrollados y abultados constituyendo las **placentas** o líneas placentarias. Los óvulos se insertan a las placentas mediante una especie de cordón umbilical denominado **funículo**. Fig. 4.31.

Sin embargo existen otras formas de disponerse los óvulos sobre la hoja carpelar. Se denomina **placentación** a la disposición de las placentas sobre la hoja carpelar y su relación con la cavidad ovárica.

Si se atiende solamente a la relación de las placentas con el carpelo, la placentación puede ser **marginal**, cuando las placentas se ubican en los márgenes de la hoja carpelar como se ha descripto y es la forma mas frecuente y **laminar** si las placentas se desplazan hacia la superficie de la hoja carpelar.

Atendiendo a la relación de las placentas con la cavidad ovárica, la placentación puede ser: Fig. 4.29 y 4.30.

1. **Marginal**: ocurre en los ovarios unicarpelares y uniloculares donde las placentas se disponen en el margen del carpelo, zona donde ocurre también la sutura carpelar. Fig. 4.29.
2. **Axil** o **axial**: la disposición de las placentas en cada carpelo es igual a la marginal, pero se unen dos o más carpelos para formar el ovario, de manera que el ovario es pluricarpelar y plurilocular y los óvulos se disponen en el centro en un eje, de allí su nombre.

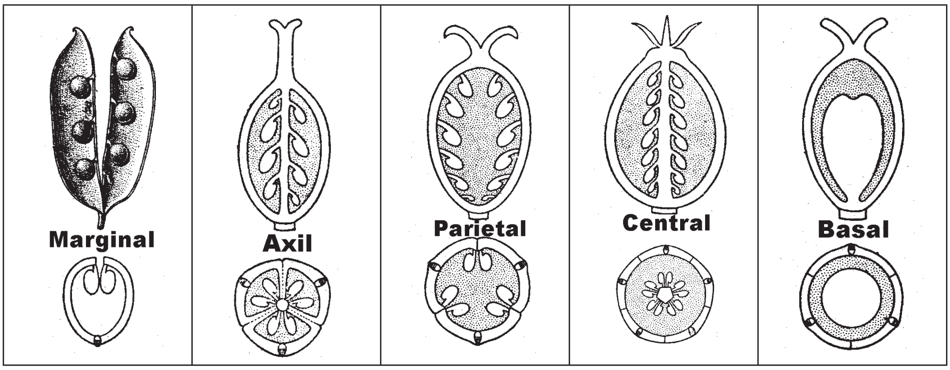


Fig. 4.29: **Tipos de placentación.** Arriba en corte longitudinal y abajo en corte transversal.

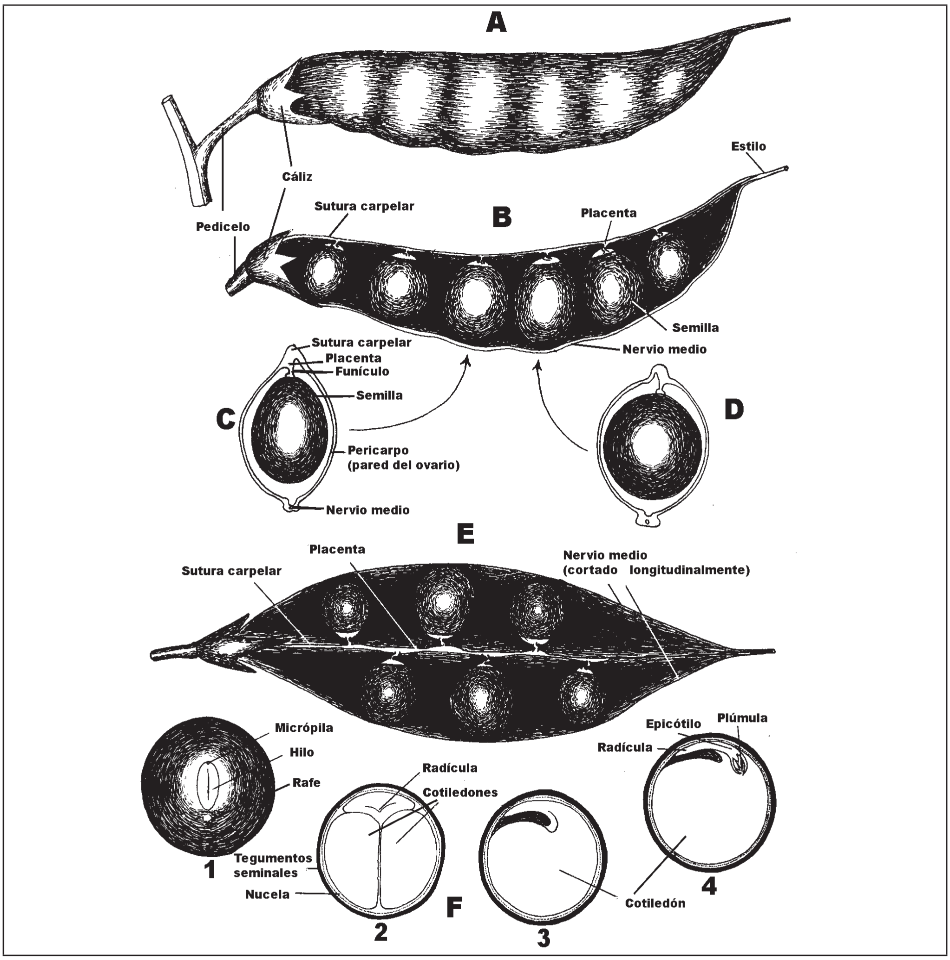


Fig. 4.30: **Legumbre de "arvejilla",** ***Lathyrus odoratus*** **en diferentes vistas**: **A**: desde el exterior. **B.** vista interior removiendo media hoja carpelar, **C** y **D.** en corte transversal, **E.** en vista longitudinal abierta sobre el nervio medio. **F.** semilla vista desde el exterior (**1**) y en cortes (**2-4**). La legumbre deriva de un ovario unicarpelar.

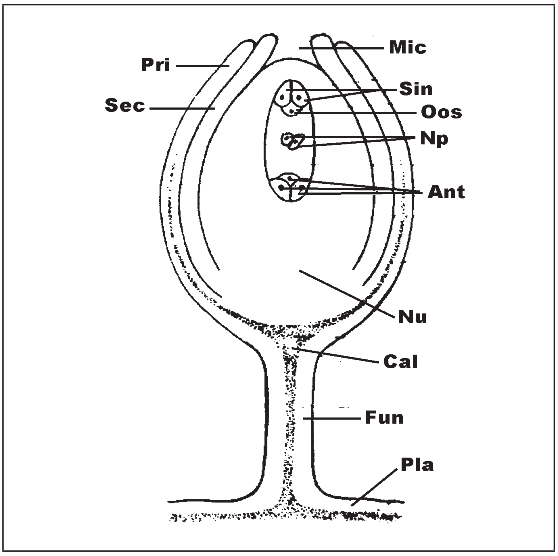
3. **Parietal**: ocurre en los ovarios 2-pluricarpelares, pero uniloculares, de manera que las placentas se disponen sobre las paredes del ovario.
4. **Central**: en los ovarios 2-pluricarpelares y uniloculares, cuando las placentas se ubican en el centro del ovario sobre un eje que nace desde la base del ovario.
5. **Basal**: cuando las placentas se ubican en la base del ovario.
6. **Apical**: cuando las placentas se ubican en el ápice del ovario.

Óvulos o primordios seminales

Los óvulos se llaman también primordios seminales porque luego de la fecundación originan las semillas. Son estructuras pluricelulares unidas a la placenta mediante el **funículo**, por donde penetra el hacecillo liberoleñoso que nutrirá a la semilla en desarrollo. Este hacecillo se ramifica en una zona denominada **cálaza** para inervar los tegumentos que son dos, uno exterior denominado **primina** y otro interno denominado **secundina.** Los tegumentos no son completos, ya que dejan un poro en el extremo, destinado a recibir el tubo polínico, denominado **micrópila.** Envuelta por los tegumentos se encuentra la **nucela** que es un tejido no inervado que contiene al **saco embrionario.** El saco embrionario maduro es una gran célula ubicada cerca de la micrópila que contiene ocho núcleos: tres cercanos a la micrópila que son la **oosfera** (gameta femenina) y dos **sinérgidas**, dos centrales los **núcleos polares** y tres cercanos a la cálaza, son las **antípodas**. El saco embrionario se origina a partir de una célula de la nucela, la célula madre del saco embrionario, que por meiosis origina cuatro **megásporas** (proceso denominado megasporogénesis), tres de las cuales degeneran; la restante mediante tres haplomitosis (megagametogénesis) sucesivas origina los ocho núcleos señalados. Fig. 4.31.

Existen variantes respecto del óvulo así descripto. Este óvulo se denomina **bitégmico**, porque presenta dos tegumentos como ocurre en la mayoría de las angiospermas, sin embargo, existen óvulos **unitégmicos** (con un solo tegumento tanto en dicotiledóneas, especialmente en las metaclamídeas y en algunas monocotiledóneas como en las gramíneas, amarilidáceas y orquideas. La mayoría de las gimnospermas también tienen óvulos unitégmicos.

Fig. 4.31: **Esquema de un óvulo. Ant**: antípodas, **Cal**: cálaza, **Fun**: funículo, **Mic**: micrópila, **Np**: núcleos polares, **Nu**: nucela, **Oos**: Oósfera, **Pla**: placenta, **Pri**: primina, **Sec**: secundina, **Sin**: sinérgidas,



El desarrollo de la nucela también es variable, si tiene varias capas de células por fuera del saco embrionario, el óvulo se denomina **crasinucelado**, en cambio si la nucela es delgada, el óvulo se denomina **tenuinucelado**.

Asimismo existen variantes en los procesos acoplados de megasporogénesis y megagamentogénesis para formar el saco embrionario, la forma descripta es la corriente, el óvulo así formado se denomina monospórico 8-nucleado porque de las cuatro megásporas formadas solo una es viable y origina 8 núcleos en el saco embrionario.

Tipos de óvulos

Según la ubicación de la micrópila, la cálaza y el funículo se pueden distinguir al menos tres tipos de óvulos. Fig. 4.32.

1. **Átropos** u **Ortótropos**: (a = sin, orto = recto, tropo = girar) óvulos rectos o no girados, donde micrópila, cálaza y funículo están alineados. Son los óvulos más primitivos. Las semillas derivadas de estos óvulos carecen de rafe, presentan la micrópila opuesta al hilo y el embrión recto, con la radícula dirigida hacia la micrópila y los cotiledones hacia el funículo (embrión antítropo).

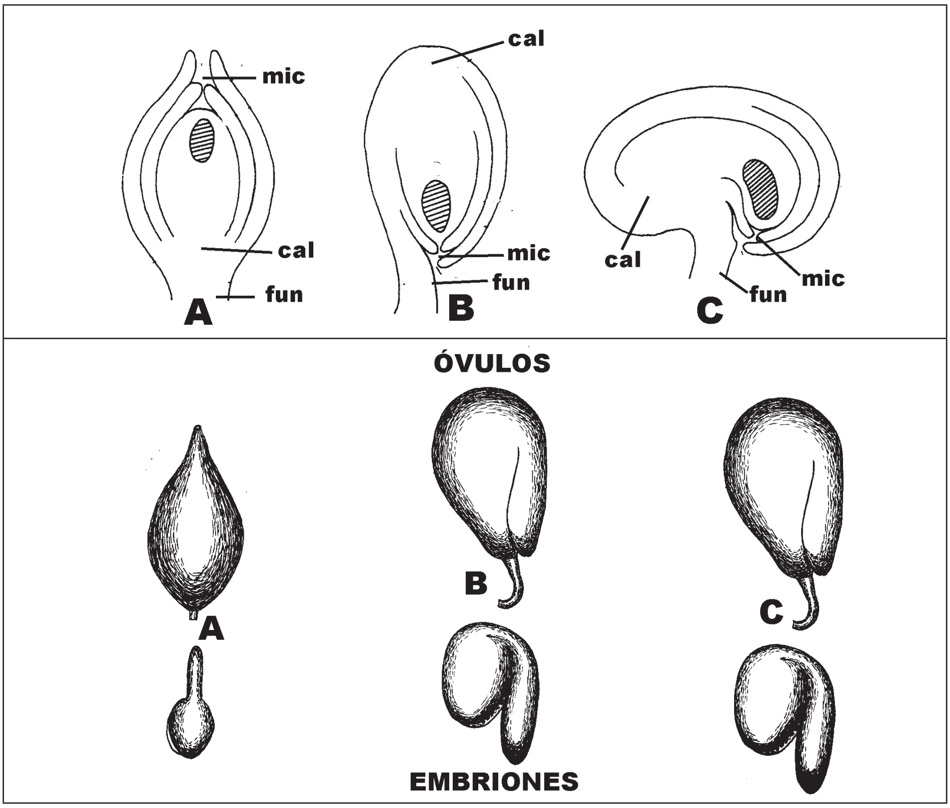


Fig. 4.32: Arriba: corte longitudinal de los óvulos átropo (A), anátropo (B) y capilótropo (C). cal: cálaza, fun: funículo, mic: micrópila. El saco embrionario se muestra rayado. Abajo: vista exterior de los mismos óvulos y del embrión de la semilla de ellos derivado (debajo de cada uno de ellos).

2. **Anátropos**: (ana = invertido) óvulo girado 180 º de manera que la micrópila y el funículo están contiguos y la cálaza se ubica en el polo opuesto. En estos óvulos el funículo se suelda lateralmente un buen trecho constituyendo un resalto en la semilla denominado rafe. Son los óvulos más frecuentes. Las semillas derivadas de estos óvulos presentan un rafe muy desarrollado, la micrópila junto al hilo y el embrión curvo.

   Según el sentido de giro de estos óvulos con respecto a la placenta pueden ser **epítropos** cuando están girados en sentido antihorario y **apótropos** si están girados en sentido horario. Los óvulos epítropos si están erguidos tienen el funículo dorsal (y el rafe en las semillas) y si están péndulos tienen el rafe ventral; en cambio los óvulos apótropos cuando están erguidos

presentan el funículo ventral y cuando péndulos lo presentan dorsal. Fig. 4.33.

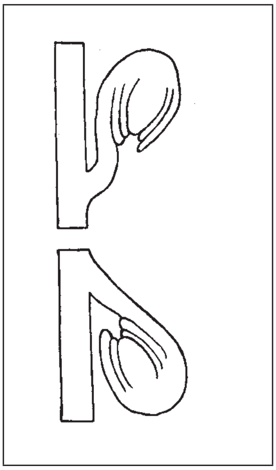
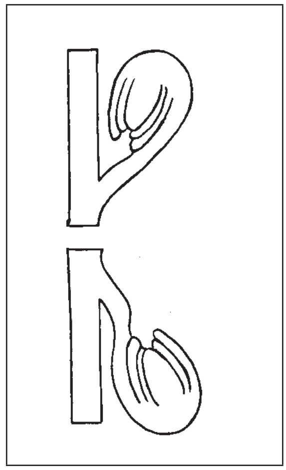


Fig. 4.33: Izquierda: Óvulos epítropos. Arriba: erguido, abajo: péndulo.
Derecha: Óvulos apótropos. Arriba: erguido, abajo: péndulo.



3. **Campilótropos**: (campilo = curvo) óvulos encorvados o arqueados por crecimiento desigual de la nucela (crece más de uno de los lados). También aquí el funículo y la micrópila están contiguos, pero cercanos a la cálaza. El extremo del óvulo corresponde a la nucela. Son los óvulos mas evolucionados. Las semillas derivadas de estos óvujlos presentan un rafe muy corto o ausente, la micrópila junto al hilo y el embrión curvo.

Estilo

Es una prolongación del ovario en forma de estilete que remata en el estigma. Su longitud es variable, desde 0.5 mm hasta 25 cm en algunas razas de maíz, donde constituye la barba del choclo y aún puede faltar, entonces se dice que el estigma es sésil. El ovario puede tener un solo estilo o tantos estilos como carpelos (ver concrescencia entre carpelos). Generalmente el estilo se inserta en el ápice del ovario (**estilo terminal**), pero en algunos casos parece nacer de la base del mismo (**estilo ginobásico**) como en muchas Boragináceas y Labiadas. Fig. 4.34.

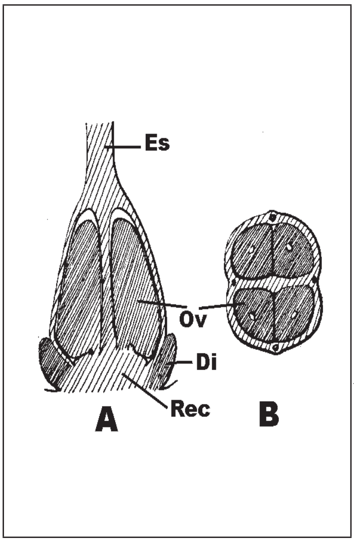
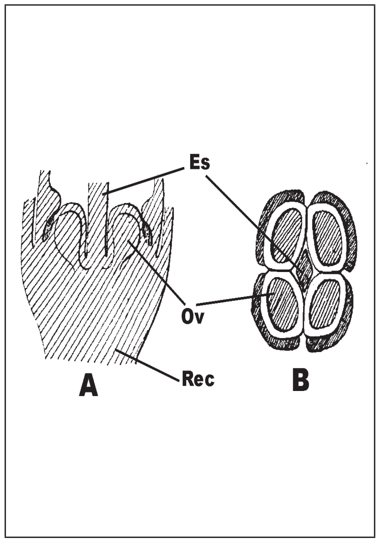


Fig. 4.34: Izquierda: Ovario con estilo terminal en Convolvulus. Derecha: Ovario con estilo ginobásico en Anchusa. A. en corte longitudinal, B. en corte transversal. Es: estilo, Di: disco nectarífero, Ov. Óvulos, Rec: receptáculo.



Estigma

Es la porción apical de la hoja carpelar, con forma muy variada, destinada a recibir los granos de polen, o sea, es la porción receptiva del gineceo. Para ello suele segregar determinadas sustancias que permiten la adherencia del grano de polen, su reconocimiento y la posterior germinación del mismo y el desarrollo del tubo polínico.

El estigma puede ser capitado formando una cabezuela única, o dividirse en tantas ramas como las hojas carpelares que forman el gineceo. En las plantas de polinización anemófila, donde el polen es muy pequeño y liviano, los estigmas suelen ser plumosos como en las gramíneas o muy desarrollados como en los álamos; en cambio, en las que son polinizadas por insectos suelen ser papilosos y viscosos y de menor tamaño. Fig. 4.35.

Las secreciones estigmáticas generalmente ocurren durante el período en que los óvulos se encuentran receptivos y están destinadas a permitir en primer término, la adherencia del grano de polen, posteriormente a su reconocimiento y finalmente a estimular la germinación del grano de polen. Suelen ser polisacáridos, lípidos, proteínas y ceras. Aparentemente las proteínas hidrofílicas de la pared son las responsables del reconocimiento del polen adecuado, de las reacciones de autoincompatibilidad y de la detención de la germinación de los pólenes inadecuados mediante secreciones de calosa.

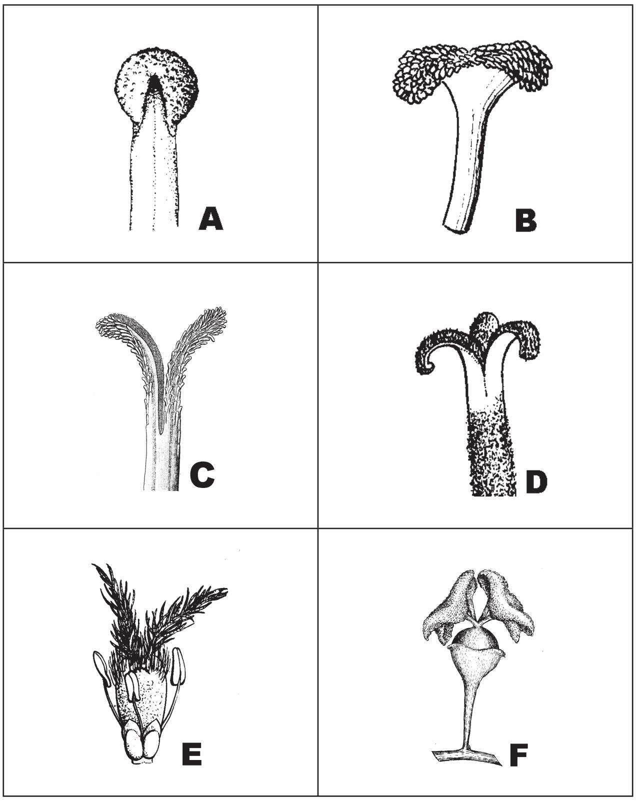


Fig. 4.35: Diferentes tipos de estigmas. A: estigma capitado de Solanum, B: estigma bilobulado de Nierembergia, C: estigma bífido de Tagetes, D: estigma trífido de Campanula, E: flor con estigma bífido y plumoso de una gramínea, D: estigma de cuatro ramas muy grandes de Populus.

Nectarios

Un nectario es una estructura constituida por un tejido secretor de néctar. La forma y la ubicación de los nectarios son muy variables. Así tenemos que existen nectarios ubicados fuera de la flor, son los **nectarios extraflorales** cuyo néctar en algunos casos puede servir para alimentar hormigas que defienden la planta y en otros casos con funciones desconocidas y los nectarios ubicados en la flor, denominados **nectarios florales**, cuya función es la atracción de insectos para la polinización. El néctar actúa como recompensa a los polinizadores.

En la flor los nectarios pueden ser varios o pueden confluir en uno solo en forma de disco, denominado **disco nectarífero**. Los discos nectaríferos pueden ser hipoginos cuando se ubican debajo del gineceo, periginos cuando lo rodean y epiginos cuando están sobre el gineceo, estos discos generalmente persisten en el fruto. Fig. 4.36.

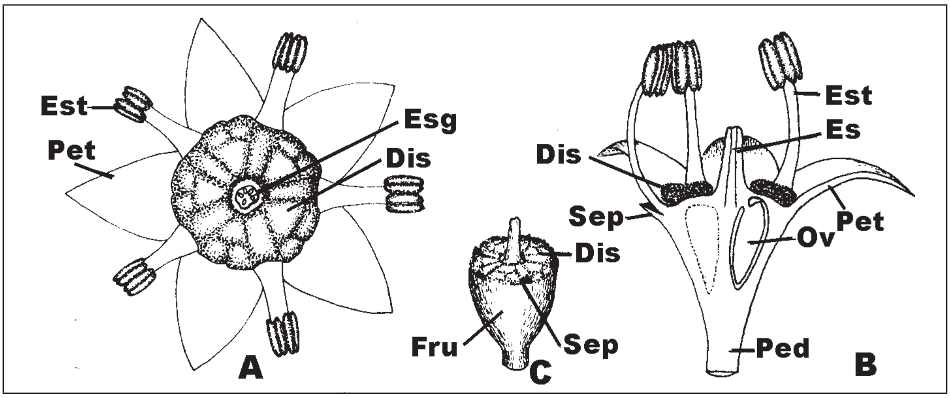


Fig. 4.36: **Disco epígino en "hiedra de Canarias",** ***Hedera canariensis*****. A.** en vista brontal, **B:** en corte longitudinal, **C:** en el fruto. **Fru:** fruto, **Dis:** disco, **Es:** estilo, **Esg:** estigma, **Est:** estambre, **Ov:** ovario, **Ped:** pedicelo, **Pet:** pétalo, **Sep:** sépalo,

Si son varios pueden estar en la base de los sépalos tanto del lado interno como externo, en la base de los pétalos del lado interno; los estambres pueden tener nectarios en la base de los filamentos o todo el estambre puede transformarse en un estaminodio nectarífero y en el gineceo el estigma puede ser nectarífero, el ovario puede tener nectarios en su base o en su interior, en este caso se ubican entre los septos o tabiques carpelares y con salida al exterior (nectarios septales). En algunos casos los nectarios suelen ser poco visibles y pasar desapercibidos, pero en otros pueden ser muy evidentes y coloreados como en la "ortiga de la sierra", *Blumenbachia insignis*. Fig. 4.37.



Fig. 4.37: Izquierda. Nectarios rojos y amarillos en "ortiga de la sierra", Blumenbachia insignis. Derecha: Guías de néctar en la "saeta", Saggitaria montevidensis



Para facilitar la polinización, es frecuente que las flores presenten pétalos con manchas características denominadas guías de néctar, como se ha señalado.

El néctar es una solución acuosa de azucares, generalmente glucosa, sacarosa y fructuosa, en concentraciones que varían del 10% al 80%, a veces con proteínas, lípidos, alcaloides, ácidos orgánicos y fenoles. Las abejas utilizan este néctar y lo modifican para producir la miel.

La evolución floral en las Angiospermas

La flor, como ya se ha señalado, es la estructura típica que caracteriza a las Angiospermas y se interpreta habitualmente como un brote corto (braquiblasto) portador de hojas modificadas, los antófilos. Las ideas sobre la evolución floral se basan fundamentalmente en estudios comparativos de las formas florales actuales, así como del análisis de los pocos fósiles descubiertos hasta el momento.

Se considera que las flores primitivas eran relativamente grandes, con el receptáculo cónico, con numerosas piezas florales de disposición espiralada, los sépalos paulatinamente pasando a pétalos, los estambres con aspecto foliar y lo carpelos libres entre sí; esta estructura se semeja mucho a las flores de las magnolias actuales que se consideran primitivas.

Analizaremos seguidamente la probable evolución de cada ciclo floral:

Los sépalos son claramente de origen foliar por su forma, por su color verde y porque generalmente poseen el mismo número de haces vasculares que los nomófilos (generalmente tres o más).

Los pétalos pueden tener un doble origen, en algunos casos pueden ser sépalos modificados en su color, como en los nenúfares o lotos (*Nymphaea* sp.), ya que presentan tres o más haces vasculares; pero en otros caso se consideran originados por estambres que han perdido sus anteras y se han hecho vistosos para cumplir con la función de atracción de polinizadores, ya que como los estambres presentan un solo haz vascular. La transformación de estambres en pétalos es muy frecuente en numerosos grupos taxonómicos y muchas de las flores dobles con muchos pétalos tienen ese origen.

Para los estambres, por su forma, el origen foliar no esta tan claro; sin embargo, en el género *Magnolia* son laminares. Fig. 4.38.

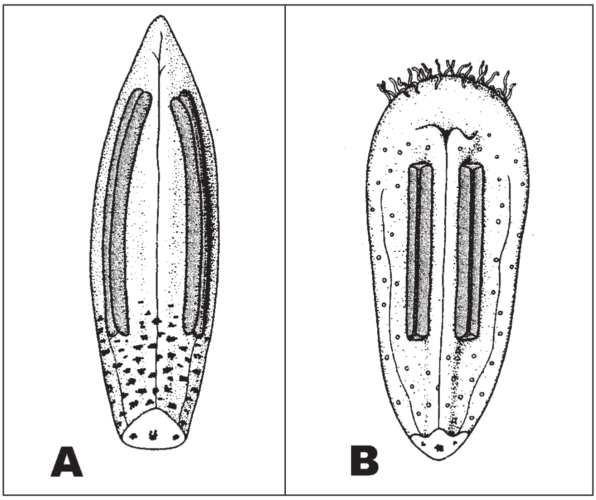


Fig. 4.38: **Estambres laminares de los géneros de plantas actuales *Magnolia* y *Degeneria*.** Son claramente laminares con las tecas en la cara superior en *Magnolia* y en la cara inferior en *Degeneria*. Adaptado de Cronquist 1978.

Los carpelos, en su forma más primitiva, son una simple hoja plegada sobre el nervio medio y hacia la cara superior, con los márgenes pilosos que constituyen la parte receptiva de los granos de polen (superficie estigmática) y los óvulos ubicados sobre la lámina (placentación laminar). Fig. 4.39.

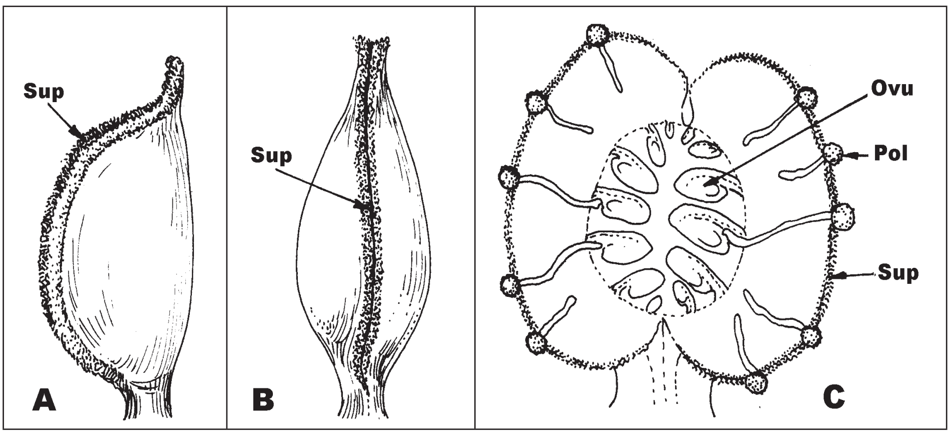


Fig. 4.39: **Carpelo primitivo. A**: en vista lateral con la superficie estigmática en el borde. **B**: en vista frontal. **C**: abierto por el borde placentario con óvulos en posición marginal y granos de polen germinados. **Ovu**: óvulos, **Pol**: granos de polen germinados sobre la superficie estigmática, **Sup**: superficie estigmática. Adaptado de Valla 1979.

En el curso evolutivo la superficie estigmática se redujo hacia el ápice de la hoja carpelar para formar el estigma, las placentas se desplazaron hacia el margen (placentación marginal) y las hojas

carpelares pudieron unirse entre si para formar un gineceo sincárpico (gamocárpico) típico de plantas mas avanzadas. Fig. 4.40

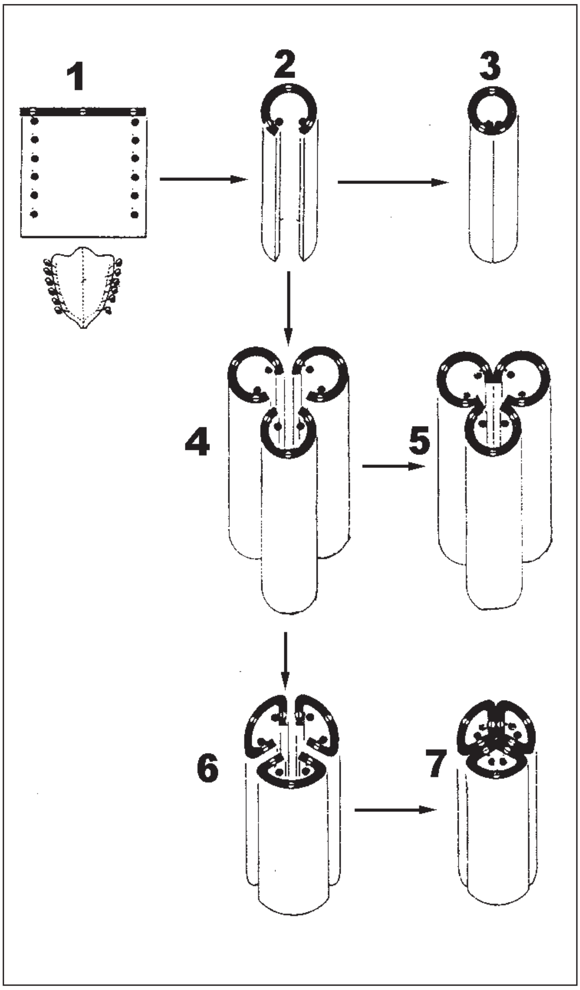


Fig. 4.40: Probable desarrollo evolutivo del gineceo. 1: Hoja carpelar abierta con óvulos numerosos en posición submarginal. 2: Hoja carpelar plegada sobre el nervio medio aun abierta. 3: Hoja carpelar plegada sobre el nervio medio y soldada por sus márgenes (ovario unicarpelar, unilocular con placentación marginal). 4. Ovario tricarpelar con hojas carpelares libres (ovario dialicarpelar). 5: Ovario tricarpelar con los carpelos soldados por sus márgenes (ovario tricarpelar, gamocarpelar, unilocular con placentación parietal). 6. Ovario tricarpelar con carpelos plegados entre el nervio medio y los nervios marginales sin soldarse entre sí. 7: Ovario tricarpelar con carpelos plegados entre el nervio medio y los nervios marginales soldados entre sí formando tabiques carpelares y lóculos (ovario tricarpelar, gamocarpelar, trilocular, con placentación axil).

En líneas generales se pueden reconocer algunas tendencias evolutivas en la flor

1. Pasaje de un número elevado e indeterminado de piezas florales a un número reducido y determinado.
2. Pasaje de una estructura espiralada a una estructura cíclica por acortamiento del eje floral y reducción del número de piezas.
3. El ovario ha pasado de una posición súpera a una posición ínfera y de contener numerosos óvulos a contener uno solo.
4. De la simetría radiada (flores actinomorfas) se ha pasado a la simetría bilateral (flores zigomorfas) e incluso a carecer de

simetría (flores asimétricas) en las familias mas evolucionadas (orquídeas).

5. De la polinización poco especializada como es la efectuada por coleópteros (escarabajos) donde la recompensa es el polen, a una polinización altamente especializada con el néctar como recompensa, propia de himenópteros (abejas y afines) y lepidópteros (mariposas); incluso se llega al extremo de que una determinada especie de planta es polinizada por una sola especie de insecto. La anemofilia secundaria (polinización por el viento) como en las gramíneas también es altamente evolucionada.

Fórmulas y diagramas florales

Una fórmula floral es una descripción abreviada de la estructura de una flor utilizando símbolos, cifras y letras. En los símbolos se sigue el orden siguiente:

Estructura floral:
○: Flor cíclica.
🌀: Flor espiralada.

Simetría floral:
✕: Flor actinomorfa.
%: Flor zigomorfa.

Sexualidad floral:
⚥: Flor hermafrodita.
♀: Flor pistilada o femenina.
♂: Flor estaminada o masculina.

Partes florales: se describen los ciclos florales en orden centrípeto.
K: cáliz.
C: corola.
Pk: perigonio calicino.
Pc: perigonio corolino.
A: androceo.
$\underline{\mathbf{G}}$: gineceo de ovario súpero.
$\underline{\mathbf{G}}$: gineceo de ovario ínfero.

Se emplean números como subíndice de cada símbolo, para señalar la cantidad de piezas florales en cada ciclo. Si el número es mayor

de 10 se utiliza el símbolo **∞**. Si las piezas de un ciclo están en grupos se las separa utilizando el símbolo **+**. La soldadura entre piezas de un ciclo se indica mediante paréntesis **( )**. La soldadura entre ciclos se señala mediante corchetes **[ ]**. La cantidad de lóculos del ovario se indica como subíndice del número de carpelos y la cantidad de óvulos en cada lóculo como superíndice de ese número.

Como ejemplos se dan las siguientes fórmulas florales:

Flor de "chañar", *Geoffroea decorticans*:
○, %, ⚥, K(5), C3+(2), A(9)+1, $\underline{G}1^{\infty}_{m}$

Flor de "palán-palán", *Nicotiana glauca*:
○, ×, ⚥, K(5), C(5), A5, $\underline{G}(2)^{\infty}_{a}$

Flor de "cebolla", *Allium cepa*:
○, ×, ⚥, PC3+3, A3+3, $\underline{G}(3)^{\infty}_{a}$

Un diagrama floral es una representación gráfica de un corte transversal de la flor donde se señala la disposición y ordenamiento de las piezas florales, donde los sépalos se representan mediante corchetes o con arcos no rellenos, los pétalos mediante arcos rellenos, los estambres mediante un corte transversal de la antera y el gineceo en un corte transversal. Se señala la soldadura de piezas uniéndolas mediante líneas de puntos o líneas llenas. Fig. 4.41.

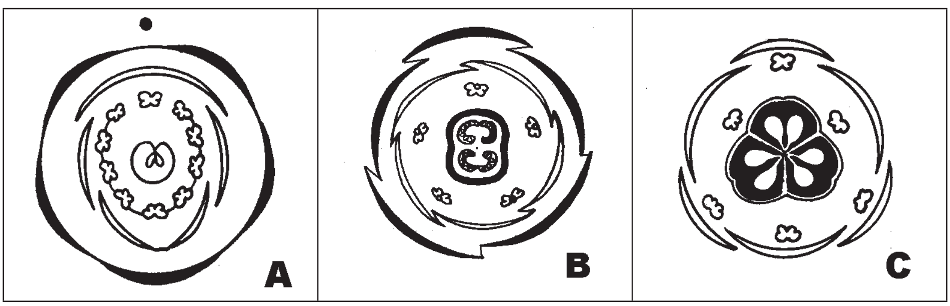


Fig. 4. 41: **Diagramas florales de "chañar" (A), "palán-palán" (B) y "cebolla" (C).**

CAPÍTULO 5

Fruto

Concepto

Después de la fecundación de los óvulos y de la formación de las semillas, en las Angiospermas los carpelos se desarrollan constituyendo el **fruto**. En ciertas plantas domésticas puede haber desarrollo de los carpelos sin previa fecundación de los óvulos; se producen entonces frutos sin semillas que se denominan partenocárpicos (banana, naranja de ombligo, ananá). Suelen formar parte del fruto ciertos órganos anexos como el receptáculo floral (frutilla, manzana) o el receptáculo común (mora, higo).

Conforme con el desarrollo que adquiere la hoja o escama que soporta a los óvulos se distinguen tres tipos de plantas:

1. Seminíferas: son las plantas en las que las escamas ovulíferas quedan muy reducidas y sólo actúan como soportes de las semillas que carecen totalmente de protección (Ginkgoáceas, Taxáceas).

2. Estrobilíferas: las escamas ovulíferas son reducidas y los óvulos están protegidos por brácteas tectrices generalmente esclerificadas (Pináceas, Cupresáceas).

3. Ovaríferas: son exclusivas de las Angiospermas y en ellas la o las hojas carpelares originan un ovario que encierra los óvulos y cuya fecundación se efectúa por medio del estigma. Estrictamente son estas plantas las únicas que desarrollan fruto verdadero, ya que son las únicas que desarrollan carpelos.

Estructura

En las Angiospermas el o los carpelos, que constituyen el ovario, se transforma/n en el pericarpo y los óvulos en semillas, frecuentemente acompañado por órganos anexos. El **pericarpo**, consta del **epicarpo**,

que deriva de la epidermis inferior de la hoja carpelar, del **mesocarpo**, que proviene de la transformación del mesófilo y del **endocarpo** que es originado por la epidermis superior. El desarrollo de las tres capas es diferente según los tipos de frutos. Además de pericarpo, frecuentemente interviene también el receptáculo.

Epicarpo: es la capa externa de los frutos, es lisa (tomate, cereza), o cerosa (ciruelas, uvas), glandulosa (*Citrus*) o pubescente (durazno), en ciertos casos tiene apéndices en forma de gloquidios (tréboles de carretilla) o espinas (chamico). En los ovarios ínferos está cubierta por el receptáculo y soldada con él.

Mesocarpo: puede ser delgado y seco (maíz) o adquirir un gran desarrollo por la multiplicación de las células parenquimáticas, originando frutos carnosos; en estos casos la clorofila, los ácidos (málico, oxálico, cítrico), el tanino, etc., abundantes al comienzo del desarrollo, van siendo paulatinamente reemplazos por azúcares (glucosa y levulosa), pigmentos antociánicos, vitaminas, esencias, y en ciertos casos almidón (bananas), dando origen frutos de colores vistosos y de sabores generalmente gratos al paladar.

Endocarpo: es la parte interna que rodea a las semillas; con una o más capas de células unas veces carnosas (uva), otras apergaminadas (porotos) o esclerificadas formando un cuerpo duro protector de las semillas (carozo del durazno). En *Citrus* se desarrollan pelos jugosos que llenan el lóculo y forman la parte suculenta de frutos. En algunas especies las células producen una pulpa suculenta que rodea las semillas (algarrobos).

Receptáculo: en los frutos derivados de flores con ovario súpero o medio, el receptáculo no forma parte del fruto. En las flores de ovario ínfero se desarrolla en forma de una cúpula o urna que se adhiere a los carpelos y forma parte del fruto. En estos casos, en el fruto ya desarrollado, el receptáculo acopado y soldado al ovario recibe el nombre de **hipanto**.

Induvias

Las partes de la flor que persisten en el fruto sin ser concrescentes con él se llaman induvias. A veces el involucro se suelda con el receptáculo (*Juglans*).

El **cáliz**: suele ser persistente: frutilla, manzana, granada, cte. En ciertas especies se torna carnoso (*Muehlenbeckia*) o es acrescente y

cubre el fruto que se desarrolla en su interior (*Rumex*, *Physalis*). En las Nictagináceas la base del cáliz se transforma en un cuerpo duro y globoso, denominado antocarpo, que cubre el fruto.

Glumas y glumelas: las glumas o, más frecuentemente, las glumelas, persisten y encierran la cariopsis en numerosas gramíneas (avena, alpiste, Sudán grass, etc.); en ciertos géneros están provistas de gloquidios (*Tragus*), o aristas, (*Nassella*) que favorecen la diseminación.

Involucro: algunas flores tienen brácteas que persisten en el fruto, es el involucro. En algunas plantas son foliáceas (avellanas); en las Fagáceas son duras y originan una cobertura en forma de cúpula (roble), o en forma de erizo, como en las castañas y en los abrojos.

Involucelo: Es un pequeño involucro, que rodea cada fruto: Dipsacáceas.

Clamidocarpo: Se refiere a los frutos originados en un ovario ínfero en los que el receptáculo floral más o menos desarrollado forma parte del mismo (Cucurbitáceas en general, *Malus*, *Pyrus*, *Cydonia*).

Dehiscencia

Muchos frutos, especialmente los secos pluriseminados, al llegar a la madurez se abren para dejar salir las semillas, ese proceso de apertura se denomina **dehiscencia**; y se dice que los frutos son dehiscentes.

La dehiscencia se produce por la abertura de poros en la parte superior del fruto (dehiscencia **poricida o foraminal**), por el hendimiento o resquebrajadura longitudinal de tejidos diferenciados (dehiscencia **longitudinal**), o por una línea transversal al fruto (dehiscencia **transversal o circuncisa**).

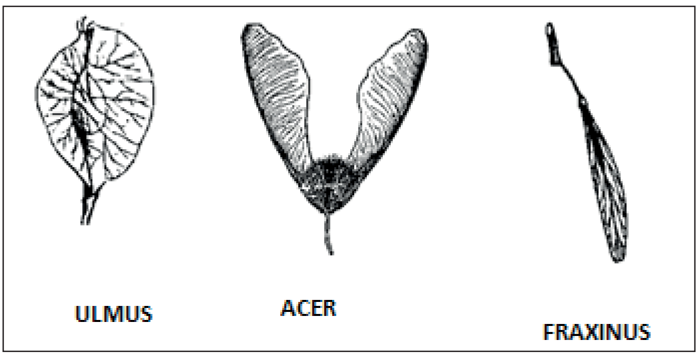
A su vez, la **dehiscencia longitudinal**: puede producirse por la sutura carpelar, como en el folículo (dehiscencia **sutural simple**); por la sutura carpelar y la nervadura del carpelo, como en la legumbre (dehiscencia **sutural doble**); por hendiduras placentarias como en la silicua (dehiscencia **placentífraga**); por la nervadura dorsal del carpelo que corresponde al lóculo como en *Viola*, (dehiscencia **loculícida**); por separación de las paredes carpelares que forman los tabiques de los lóculos como en *Martynia* (dehiscencia **septicida**); por ruptura de los tabiques con abertura de las valvas carpelares como en *Datura*, (dehiscencia **septífraga**); o por dientes apicales como en numerosas cariofiláceas (dehiscencia **dental**).

Dehiscencia elástica: existen frutos en los que, por efecto de la temperatura combinada con la sequedad atmosférica la estructura particular de los tejidos, se produce una dehiscencia brusca con lanzamiento de las semillas a cierta distancia (mandioca brava).

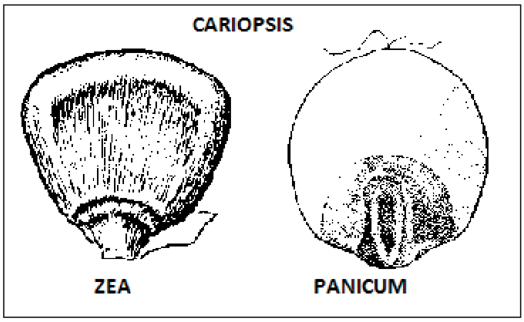
Falsa dehiscencia: en algunos frutos se producen falsos tabiques transversales entre las semillas y al secar se fragmentan en trozos uniseminados (lomento) (*Mimosa*), en los carpidios la separación se produce por desarticulación de los carpelos (*Euphorbia*) o de los lóculos uniseminados (*Borago*).

Frutos secos

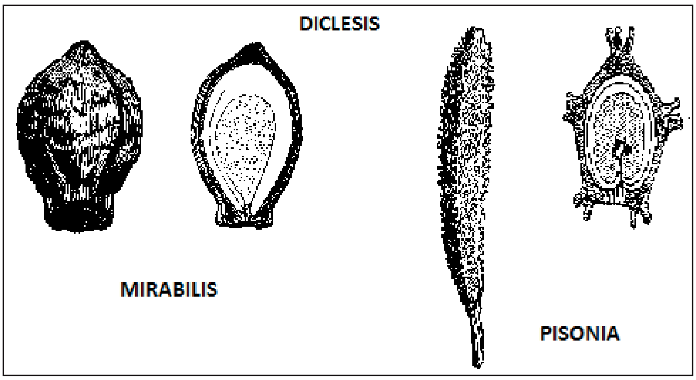
Samara: frutos secos, derivados de un ovario súpero, con el pericarpo no adherido a la semilla y expandido formando un ala, o sea que es un aquenio alado. Ejemplos: Ulmáceas (*Ulmus pumila* “olmo siberiano”), Aceráceas (*Acer negundo* “arce”), Oleáceas (*Fraxinus pennsylvanica* “fresno americano”). A veces, cada carpelo forma un fruto independiente, son disámaras, trisámaras.



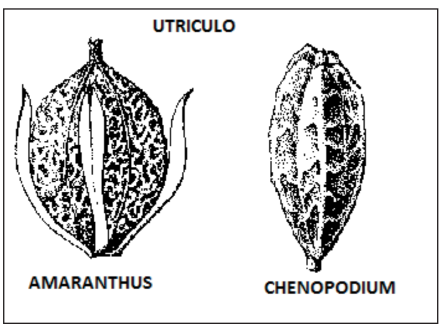
Cariopsis: Fruto seco, derivado de ovario súpero, bicarpelar, uniseminado, indehiscente con el pericarpo adherido a la semilla. Ejemplo: Gramíneas (*Zea mays* “maíz”, *Panicum miliaceum* “mijo”).



Diclesis: fruto seco, derivado de ovario súpero, uniseminado, rodeado por la base endurecida del perianto denominada antocarpo. Ejemplos: Nictagináceas (*Mirabilis jalapa* “don diego de la noche”, *Pisonia zapallo* “zapallo caspi”).

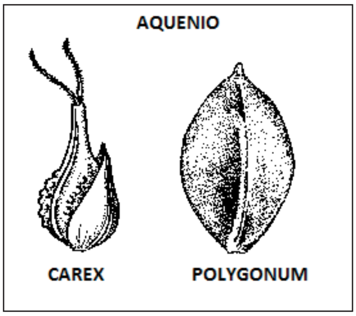


Utrículo: fruto seco, de ovario súpero, indehiscente, con el pericarpo tenue, uniseminado. Ejemplos: Quenopodiáceas (*Chenopodium album* “quinoa”, *Bassia scoparia* “morenita”), Amarantáceas (*Amaranthus standleyanus* “bledo”).

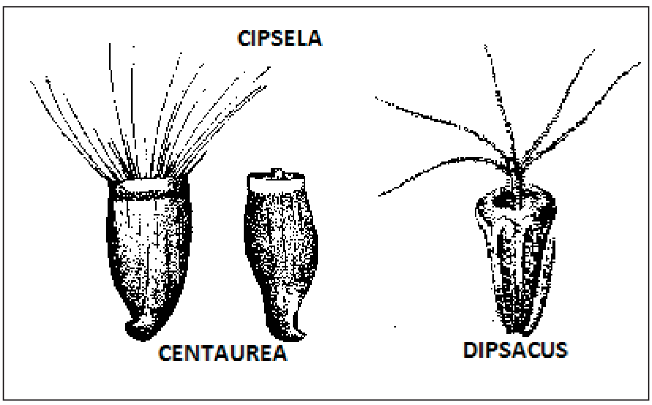


Aquenios

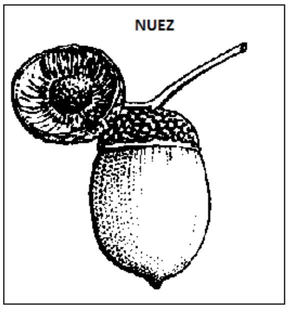
Aquenio típico: fruto seco, indehiscente, uniseminado, con el pericarpo independiente de la semilla, es decir no soldado con ella. Ejemplos: Ciperáceas (*Carex bonariensis*), Poligonáceas (*Polygonum convolvulus* "enredadera del trigo").



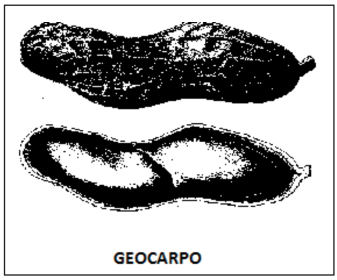
Cipsela: fruto seco, generalmente bicarpelar, derivado de ovario ínfero, uniseminado, con el pericarpo y receptáculo duros, no soldados a la semilla. Ejemplos: Compuestas (*Centaurea solstitialis* "abrepuño amarillo"), Dipsacáceas (*Dipsacus fullonum* "carda").



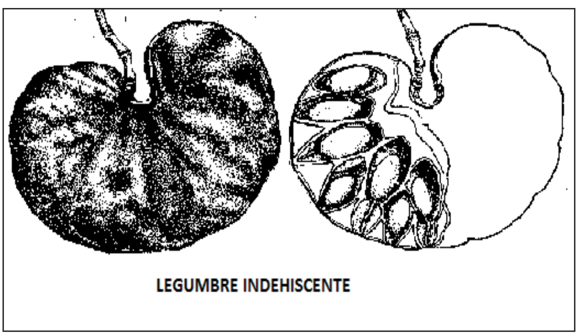
Nuez: fruto seco, derivado de ovario ínfero, pluricarpelar, uniseminado con semilla grande. Ejemplos: Fagáceas (*Quercus robur* "roble", *Quercus ilex* "encina", *Quercus suber* "alcornoque").



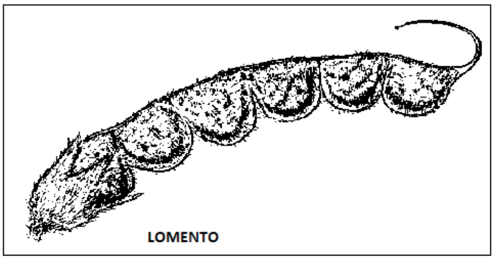
Geocarpo: legumbre de desarrollo subterráneo y modificado por tal causa, es indehiscente, pauciseminado y a veces alargado. Ejemplos: Leguminosas (*Arachis hipogaea* “maní”, *Trifolium subterraneum* “trébol subterráneo”).



Legumbre indehiscente: Fruto seco, derivado de un ovario súpero, unicarpelar, pluriseminado, indehiscente o sea es una legumbre que no se abre para dispersar las semillas. Ejemplo: Leguminosas (*Enterolobium contortisiliquum* “timbó”).

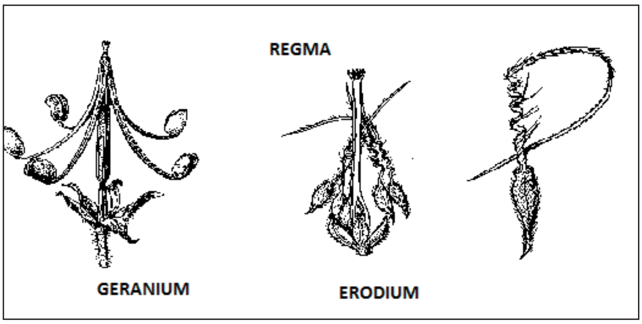


Lomento: es una legumbre indehiscente tabicada transversalmente de manera que a la madurez se desprenden artejos uniseminados. Ejemplo: Leguminosas (*Adesmia muricata* “porotillo”).

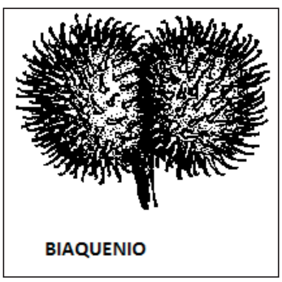


Esquizocarpos

Regma: fruto seco, derivado de ovario súpero, pluricarpelar, pluriseminado, donde los mericarpos uniseminados permanecen unidos por los estilos hasta que finalmente se desprenden entonces los estilos retorcidos en espiral actúan como estructuras de autosiembra. Ejemplos: Geraniáceas (Geranium molle "alfilerillo chico", *Erodium cicutarium* "alfilerillo").

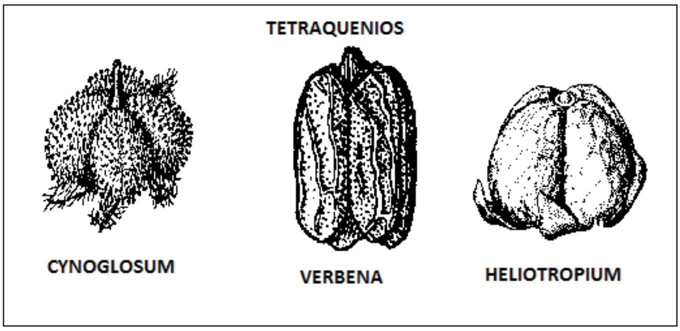


Biaquenio: fruto esquizocárpico, seco, derivado de ovario bicarpelar. Ejemplo: Rubiáceas (*Galium aparine* "pega-pega").

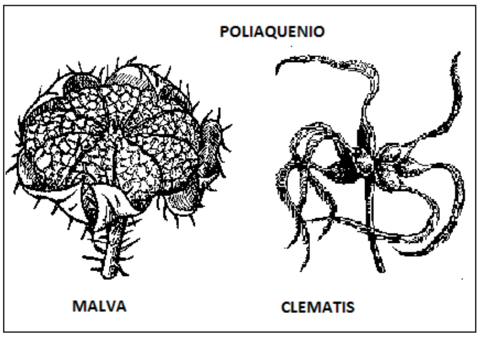


Tetraquenio: fruto esquizocárpico, seco, en el que cada mericarpo es uniseminado y corresponde a la mitad de la hoja carpelar. Ejemplos: Borragináceas (*Cynoglossum creticum*), Verbenáceas

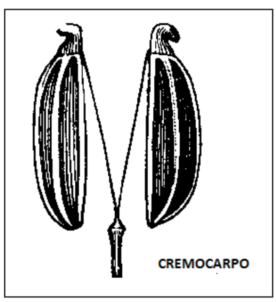
(*Verbena bonariensis* “verbena”), Boragináceas (*Heliotropium curassavicum* “heliótropo” y Labiadas (*Salvia verbenaca* “salvia”.



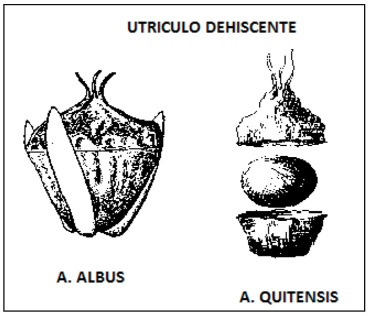
Poliaquenio: fruto seco, esquizocárpico, pluricarpelar, donde cada carpelo a la madurez se separa llevando generalmente una semilla. Ejemplos: Ranunculáceas (*Clematis montevidensis* “barba de viejo”), Malváceas (*Malva parviflora* “malva”).



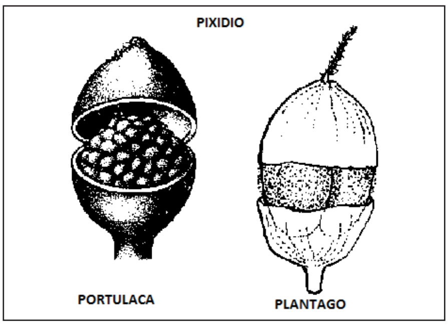
Cremocarpo: fruto esquizocárpico, seco, derivado de un ovario ínfero, bicarpelar biseminado, cada carpelo a la madurez se separa en un mericarpo uniseminado. Ejemplos: Umbelíferas (*Foeniculum vulgare* “hinojo”).



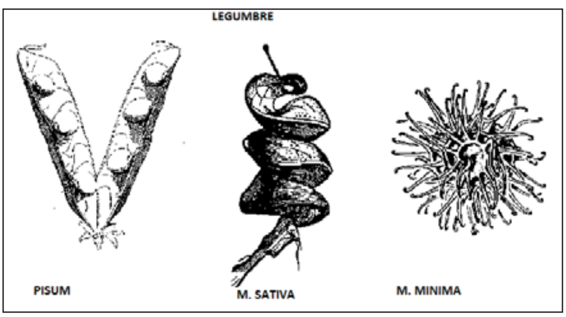
Utrículo dehiscente: de características similares al utrículo pero con dehiscencia transversal. Ejemplo: Amarantáceas (*Amaranthus quitensis* “yuyo colorado”, *Amaranthus albus* “yuyo blanco”).



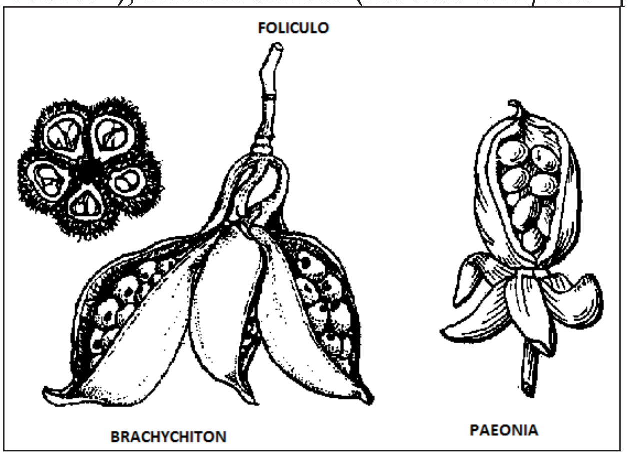
Pixidio: fruto seco, derivado de ovario súpero, pluricarpelar, pluriseminado, con dehiscencia transversal, o sea es una cápsula circuncisa. Ejemplos: Plantagináceas (*Plantago lanceolata* “llantén”), Portulacáceas (*Portulaca oleracea* “verdolaga”).



Legumbre: fruto seco, derivado de un ovario súpero, unicarpelar, pluriseminado con dehiscencia lineal longitudinal sutural doble. Ejemplos: Leguminosas (*Pisum sativum* “arveja”, *Medicago sativa* “alfalfa”, *Medicago minima* “trébol de carretilla).

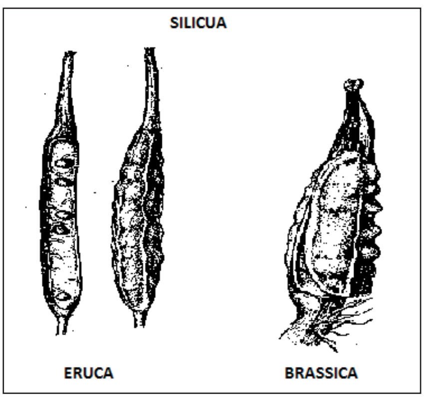


Folículo: fruto seco, derivado de un ovario súpero, unicarpelar, uni-pluriseminado con dehiscencia lineal longitudinal sutural simple. Si deriva de un ovario dialicarpelar suele denominarse polifolículo. Ejemplos: Esterculiáceas (*Brachychiton populneum* “braquiquito”), Magnoliáceas (*Magnolia grandiflora* “magnolia”), Proteáceas (*Grevillea robusta* “roble sedoso”), Ranunculáceas (*Paeonia lactiflora* “peonia”).

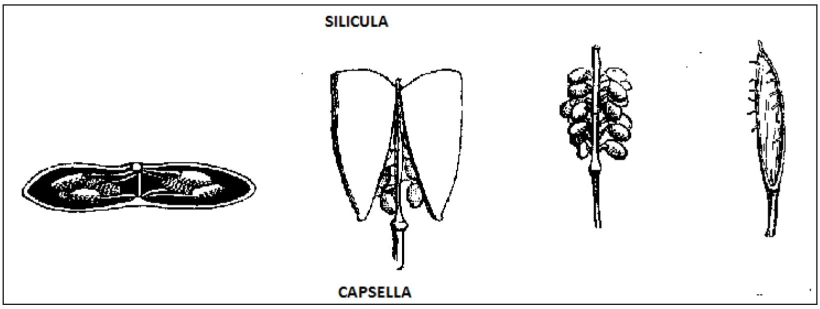


Cápsulas

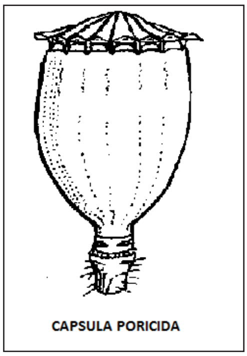
Silicua: fruto capsular, seco, derivado de un ovario súpero, bicarpelar, pluriseminado, con dehiscencia placentífraga y un falso tabique persistente llamado replo. Es un fruto alargado donde el largo supera por lo menos tres veces el ancho. Ejemplos: Crucíferas (*Eruca vesicaria* “rúcula”, *Brassica oleracea* “repollos” y “coles”).



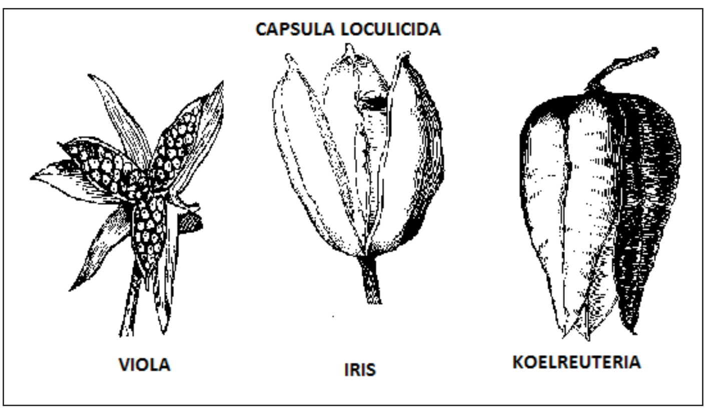
Silícula: similar a la silicua pero más corta, generalmente con largo y ancho similares. Ejemplos: Crucíferas (*Capsella bursa-pastoris* “bolsita del pastor”, *Coronopus didymus* “mastuerzo”).



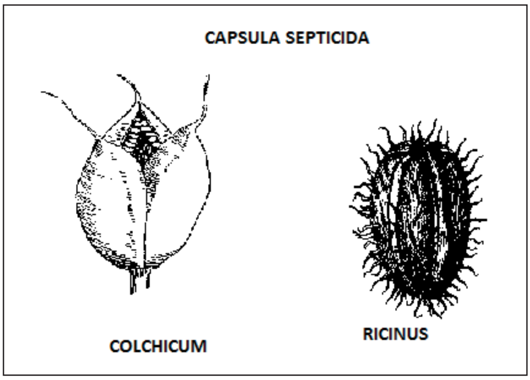
Cápsula poricida: fruto capsular, seco, bi-pluricarpelar, pluri-seminado, con dehiscencia poricida (por poros apicales). Ejemplo: Papaveráceas (*Papaver rhoeas* "amapola").



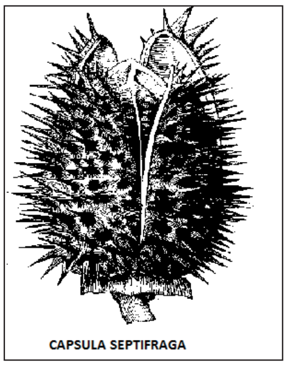
Cápsula loculicida: fruto capsular, seco, bi-pluricarpelar, pluriseminado, con dehiscencia loculicida (por el nervio medio de los carpelos). Ejemplos: Violáceas (*Viola tricolor* "pensamiento"), Liliáceas (*Allium sativum* "ajo"), Iridáceas (*Iris germanica* "lirio"), Sapindáceas (*Koelreuteria paniculata* "orgullo de la China".



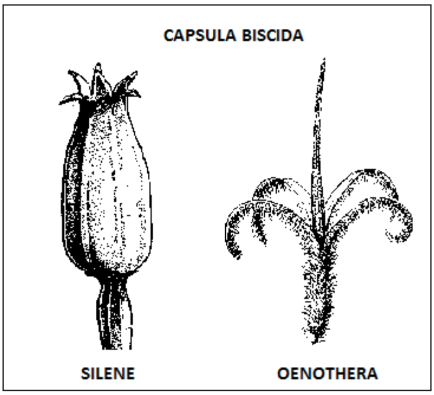
Capsula septicida: fruto capsular, seco, bi-pluricarpelar, pluriseminado, con dehiscencia septicida (por separación de los tabiques carpelares). Ejemplo: Liliáceas (*Colchicum autumnale* "cólquico"), Euforbiáceas (*Ricinus communis* "ricino").



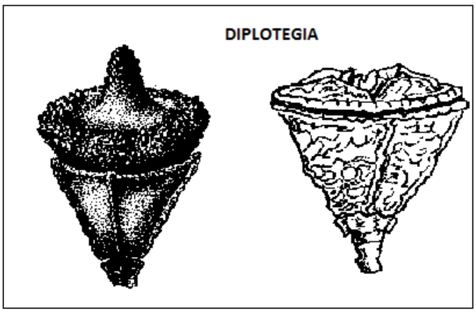
Cápsula septifraga: fruto Capsular, seco, bi-pluricarpelar, pluriseminado, con dehiscencia septifraga (por la línea de sutura de los carpelos y ruptura de los tabiques carpelares). Ejemplos: Bignoniáceas (*Jacaranda mimosifolia* "jacarandá"), Solanáceas (*Datura ferox* "chamico").



Cápsula biscida: fruto capsular, seco, pluriseminado, con dos tipos de dehiscencia (loculicida, y/o septicida/septifraga). Ejemplos: Cariofiláceas (*Silene antirrhina* "calabacita") y Enoteráceas (*Oenothera speciosa* "pañuelitos"). En este caso la dehiscencia puede ser total (desde el ápice hasta la base de la cápsula) o sólo por dientes apicales.

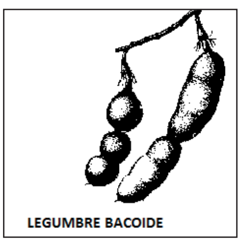


Diplotegia: fruto seco capsular, derivado de un ovario ínfero, pluriseminado, dehiscente por dientes apicales. Ejemplos: Mirtáceas (*Eucalyptus cinerea* "eucaliptus medicinal").

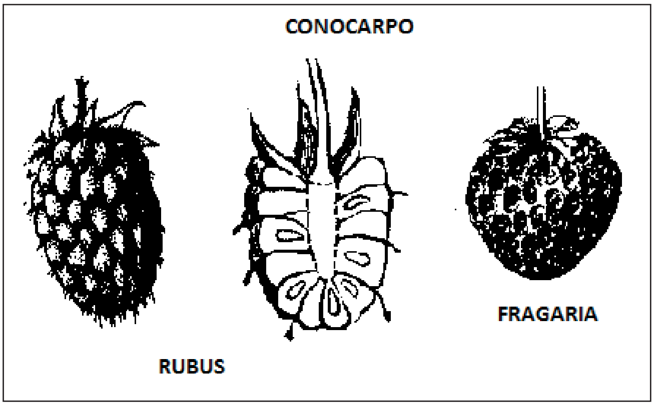


Frutos carnosos

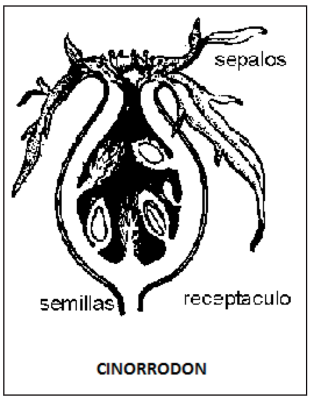
Legumbre bacoide: se trata de una legumbre indehiscente; el meso y endocarpo se transforman en pulpa carnosa o viscosa, siendo el epicarpo continuo. Ejemplos: Leguminosas (*Styphnolobium japonicum* "sófora").



Conocarpo: fruto carnoso, formado por varios aquenios derivados cada uno de un carpelo dispuestos sobre un receptáculo cónico carnoso. Ejemplos: Rosáceas (*Fragaria x ananasa* "frutilla" y *Rubus ursinus* "zarzamora").

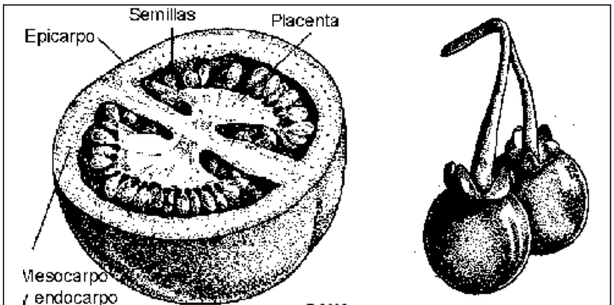


Cinorrodon: fruto carnoso, formado por varios aquenios derivados cada uno de un carpelo y envueltos por un receptáculo acopado. Ejemplo: Rosáceas (*Rosa rubiginosa* "rosa mosqueta").



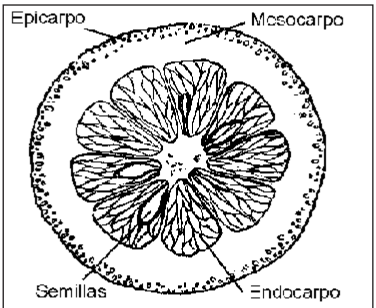
Bayas

Baya: fruto carnoso, derivado de ovario súpero con el epicarpo delgado y el mesocarpo y endocarpo jugosos. Ejemplos: Solanáceas *Solanum lycopersicon* "tomate", *Solanum ssp.*), Vitáceas (*Vitis vinifera* "vid").



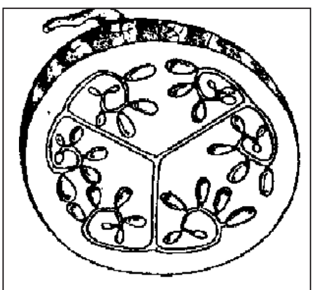
BAYA

Hesperidio: fruto carnoso, derivado de un ovario súpero, pluricarpelar, pluriseminado con el epicarpo glanduloso, el mesocarpo corchoso y el endocarpo con pelos glandulares jugosos. Ejemplos: Rutáceas (*Citrus sinensis* “naranjo”).

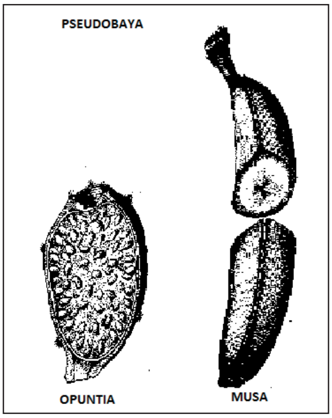


HESPERIDIO

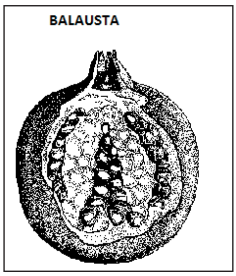
Pepónida: fruto carnoso, derivado de ovario ínfero, pluricarpelar, pluriseminado con el receptáculo esclerificado llamado clamidocarpo generalmente grande unilocular, con placentas carnosas. Ejemplos: Cucurbitáceas (*Cucurbita maxima* “zapallo criollo”, *Citrullus vulgaris* “sandía”, *Cucumis melo* “melón”).


PEPÓNIDE

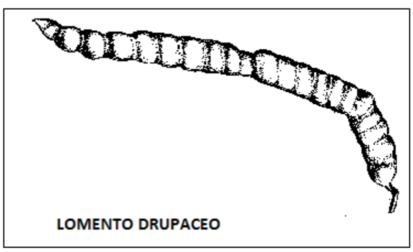
Pseudobaya: es una baya derivada de ovario ínfero. Ejemplos: Cactáceas (*Opuntia ficus-indica* “tuna”), Musáceas (*Musa x paradisiaca* “bananero”), Mirtáceas (*Psidium guajaba* “guayabo”).



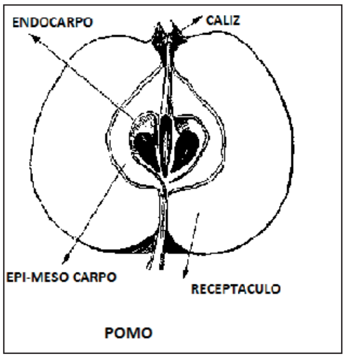
Balausta: fruto carnoso, de ovario ínfero, pluriseminado con las semillas con episperma jugoso. Ejemplo: Punicáceas (*Punica granatum* “granado”).



Lomento drupáceo: es una legumbre indehiscente, septada y articulada en el endocarpo, que forma artejos indehiscentes, coriáceos u óseos, mientras que el mesocarpo pulposo y el epicarpo coriáceo o papiráceo son continuos. Ejemplo: Leguminosas (*Prosopis flexuosa* “algarrobo”, *Prosopis caldenia* “caldén”.

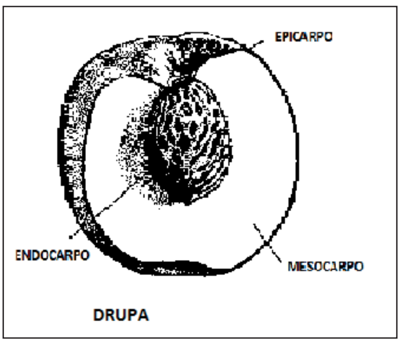


Pomo o melónide: fruto carnoso, derivado de ovario ínfero, pluricarpelar, pluriseminado con endocarpo membranoso, y rodeado por el receptáculo muy desarrollado que constituye la mayor parte comestible. Ejemplos: Rosáceas (*Malus domestica* "manzano", *Pyrus communis* "peral", *Cydonia oblonga* "membrillero").

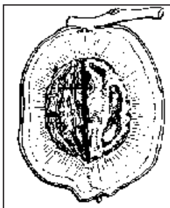


Drupas

Drupa: fruto carnoso, derivado de ovario súpero, unicarpelar, uniseminado con el endocarpo óseo (carozo), el mesocarpo carnoso y el epicarpo delgado. Ejemplos: Rosáceas (*Prunus persica* "duraznero"), Ramnáceas (*Condalia microphylla* "piquillín").

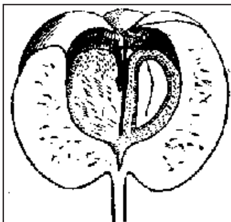


Drupa involucrada: es una drupa derivada de un ovario ínfero, que a la madurez el mesocarpo y el epicarpo se desprenden junto con el receptáculo quedando el carozo con la semilla. Ejemplos: Juglandáceas (*Juglans regia* "nogal").



DRUPA INVOLUCRADA

Nuculanio: fruto carnoso, derivado de un ovario ínfero, pluricarpelar, pluriseminado, cada semilla encerrada por un carozo. Ejemplos: Rosáceas (*Cotoneaster pannosa* "cotoneaster", *Pyracantha atalantoides* " crataegus").



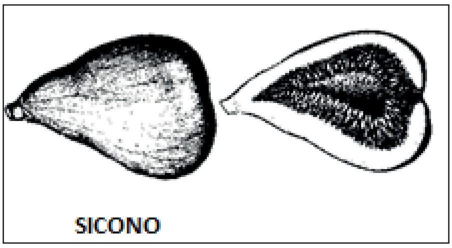
NUCULANIO

Cápsula drupácea: fruto carnoso, bicarpelar, pluriseminado, con endocarpo leñoso y dehiscente, cubierto por el epicarpo y por el mesocarpo que se desprenden a la madurez. Ejemplo: Martiniáceas (*Ibicella lutea* "cuernos del diablo").

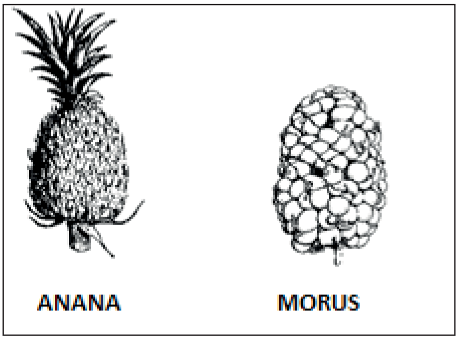


CAPSULA DRUPACEA

Sicono: fruto compuesto, carnoso, con las flores unisexuales dispuestas dentro de un receptáculo acopado con un poro en el extremo. Las flores femeninas originan aquenios que quedan envueltos por el receptáculo. Ejemplo: Moráceas (*Ficus carica* "higuera").

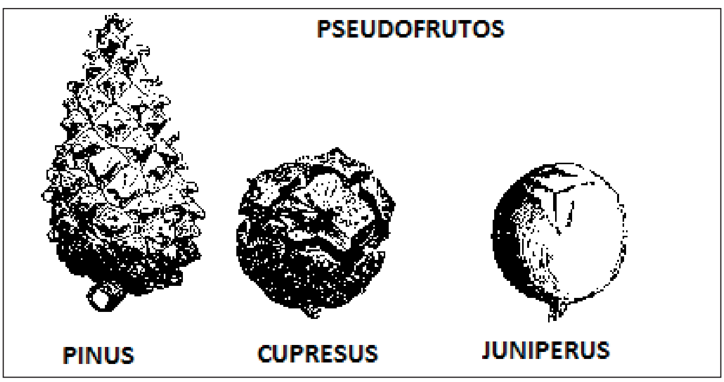


Sorosio: fruto compuesto, carnoso, generalmente formado por pequeñas drupas ubicadas sobre un receptáculo convexo, común, carnoso Ejemplos: Moráceas (*Morus alba* "morera", *Maclura pomifera* "maclura"), Bromeliáceas (*Ananas x comosus*).



Pseudofrutos

Estróbilo: pseudofruto constituído por brácteas leñosas que protegen a las semillas desnudas ya que no hay ovario. Ejemplos: Pináceas (*Pinus halepensis* "pino de alepo"), Cupresáceas (*Cupressus arizonica* "ciprés de Arizona"). Si las brácteas son carnosas se denomina gálbulo. Ejemplo *Juniperus virginiana* "enebro de Virginia"



CAPÍTULO 6

Reproducción de las plantas

Concepto

El mecanismo fundamental para la perpetuación de una especie es la **reproducción**, esto es, que cada individuo, llegado a su edad adulta, origine otro u otros individuos o descendientes que darán continuidad temporal a esa especie.

Casi siempre la reproducción esta asociada a la **multiplicación** del número de individuos de una especie, pero no siempre es así; por ejemplo en la reproducción sexual puede ocurrir que dos individuos se unan sexualmente para engendrar un solo individuo durante toda su vida.

También la reproducción está asociada a la **variabilidad** de la especie tan necesaria para la evolución de la misma. Esto como veremos es particularmente cierto para la reproducción sexual.

Tipos de reproducción

En las plantas es frecuente que existan dos tipos o sistemas de reproducción la **reproducción sexual** y la **asexual.**

La **reproducción sexual** está ligada a la **meiosis** y a la **sexualidad**, ya que mediante esta división se originan células especializadas, las gametas, que contienen la mitad del número de cromosomás de las células somáticas, o sea **n**; presentan sexualidad ya que existen gametas femeninas y másculinas dentro de cada especie, que están destinadas a fusionarse (**singamia**) para originar la primer célula diploide o somática de un nuevo individuo: el **zigoto (2n)**.

La reproducción sexual implica variabilidad porque la unión de las gametas de individuos distintos dentro de una población generalmente se produce al azar y la misma meiosis produce variabilidad dada por la **recombinación** de genes que ocurre por el entrecruzamiento de cromosomas homólogos o sea el intercambio de trozos de cromosomas homólogos que ocurre en profase I meiótica y por la **distribución independiente**

de los cromosomas que ocurre en anafase I meiótica. Este tipo de reproducción está presente en todas las especies de plantas (excepto que la hayan perdido por evolución o por vivir en lugares fenológicamente no aptos para la floración).

La **reproducción asexual** (también llamada **reproducción vegetativa, agámica**) está ligada a la **mitosis**; consiste en la producción de descendientes a partir de tejidos somáticos (**2n**), evitando completamente los procesos sexuales y la formación de gametas (**n**). Es una forma de multiplicación de los individuos en una población pero sin aumentar la variabilidad. No todas las especies de plantas presentan este tipo de reproducción. Es muy frecuente en especies de Monocotiledóneas (especialmente en Gramíneas), menos frecuente en Dicotiledóneas y rara en Gimnospermas. Por ejemplo, se ha determinado que para la flora espermatofítica de las Islas Británicas, el 46% de las especies presenta algún tipo de reproducción asexual.

Reproducción asexual o agámica

Como la base de la reproducción asexual es la mitosis, que es una división conservativa, todos los individuos originados a partir de una planta madre son genéticamente idénticos y constituyen un **clon**. En los clones no existe variabilidad entre los individuos. Sin embargo, en la especie puede ocurrir variabilidad, generalmente porque en la mayoría de las especies hay alternancia de reproducción sexual y asexual y, aunque la norma sea esta última, pueden existir mutaciones somáticas que produzcan variabilidad; aunque esa variabilidad es muy reducida en comparación con la reproducción sexual.

La reproducción asexual también se conoce como multiplicación vegetativa porque precisamente la función principal es multiplicar los individuos de una especie. Es muy frecuente en plantas pioneras o colonizadoras que de esa manera aseguran su multiplicación aún estando aisladas de otros individuos de la misma especie.

En las plantas, la yema es la estructura asociada a la multiplicación vegetativa y por consiguiente es el tallo quien participa principalmente en esta reproducción, pero también puede hacerlo la raíz, las hojas y aún la flor. La yema es potencialmente capaz de producir un nuevo individuo en condiciones adecuadas; pero, cualquier célula somática (2n) no muy diferenciada también puede hacerlo con técnicas adecuadas, por ejemplo, por micropropagación.

La reproducción vegetativa es el método utilizado por los viveristas para multiplicar sus plantas mejoradas (cultivares) porque de esta

manera aseguran su invariabilidad, cosa que no ocurre con la reproducción sexual.

Veamos las formas más frecuentes de reproducción asexual:

Raíces gemíferas: son raíces capaces de emitir yemás adventicias. Son procesos naturales de multiplicación de algunos árboles como álamos, olmos, "acacia blanca" *Robinia pseudoacacia*, muchas malezas como "flor amarilla", *Diplotaxis tenuifolia*, "revienta caballos", *Solanum elaeagnifolium* y algunas plantas útiles como la "batata", *Ipomoea batata* o la "dalia", *Dhalia pinnata*. Los viveristas aprovechan esta particularidad para multiplicar las plantas que producen raíces gemíferas.

Rizomas: los rizomás como tallos subterráneos son órganos de reserva y reproducción. Emiten brotes aéreos que pueden separarse de la planta madre actuando como estructuras de reproducción. Son muy frecuentes en gramíneas. Muchas malezas como el "gramón" *Cynodon dactylon* y el "sorgo de Alepo" *Sorghum halepense* son muy agresivas por presentar rizomás indefinidos.

Bulbos y bulbillos: con yemás subterráneas y con reservas los bulbos actúan en la reproducción. Son muy frecuentes en las Monocotiledóneas. En los bulbos compuestos como en el "ajo" *Allium sativum* cada diente se denomina bulbillo. Muchas especies hortícolas y ornamentales se reproducen mediante bulbos.

Tubérculos: también los tubérculos como tallos subterráneos presentan yemás y reservas y actúan en la reproducción. Como estructuras de reproducción son menos comunes que los bulbos y son más frecuentes en Dicotiledóneas.

Estolones: como tallos aéreos y plagiótropos son frecuentes en Mono y Dicotiledóneas. Algunas especies útiles como la "frutilla" *Fragaria X anannasa* se multiplican de esta manera.

Macollas: en las gramíneas perennes, las macollas o innovaciones que se separan de la planta madre, multiplican la mata. Una planta adulta de "pasto llorón", *Eragrostis curvula* puede estar formada por miles de macollas, cada una de las cuales puede separarse para originar una nueva planta.

División de matas: en los arbustos, es muy frecuente que las ramás enterradas enraícen y puedan ser separadas de la planta madre. Este es un método muy frecuente de multiplicación de plantas ornamentales y frutales.

Estacas o esquejes: una estaca es una ramita con algunas yemás (4 a 8) que se entierra dejando 2 ó 3 yemás sobre el suelo, la parte enterrada producirá raíces y las yemás aéreas darán brotes. Se facilita el enraizamiento mediante incisiones transversales del tallo en la parte enterrada

y con la aplicación de hormonas. Los sauces, los álamos, la vid y numerosas especies ornamentales se multiplican por estacas. El "tamarisco", *Tamarix gallica* y los sauces forman galerías en los ríos mediante estacas.

Acodos: es una rama que se arquea y toca el suelo donde enraíza. Algunos arbustos lo hacen naturalmente como el "yauyín", *Lycium chilense*. Es un método de reproducción que utilizan los viveristas cuando la multiplicación por estaca es dificultosa. En los árboles se pueden efectuar acodos aéreos. Fig. 5.1.

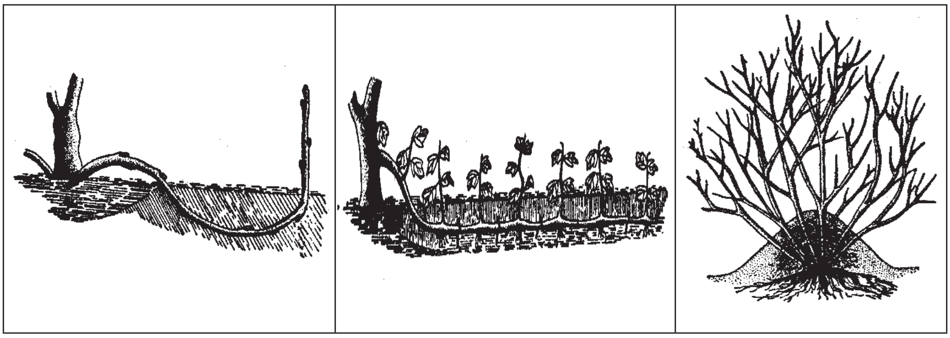


Fig. 5.1:**Tipos de acodos**: Acodo simple (a la izquierda), Acodo continuo (en el centro) y Acodo de cepa (a la derecha)

Injertos: en el injerto se extrae una parte (una yema, una estaca, etc) de una variedad selecta (**cultivar**) y se aplica al portainjerto, que es una planta no selecta de la misma especie o de una especie afín. El portainjerto se obtiene generalmente de semilla y sobre él se multiplica el cultivar. De esta manera también se pueden mantener cultivares estériles como la naranja sin semilla o la "acacia bola". Existen muchas formás de injertos, pero los más comunes son el **injerto de púa**, cuando se aplica una estaca y el **injerto de escudete** cuando se aplica una yema. Fig. 5.2.

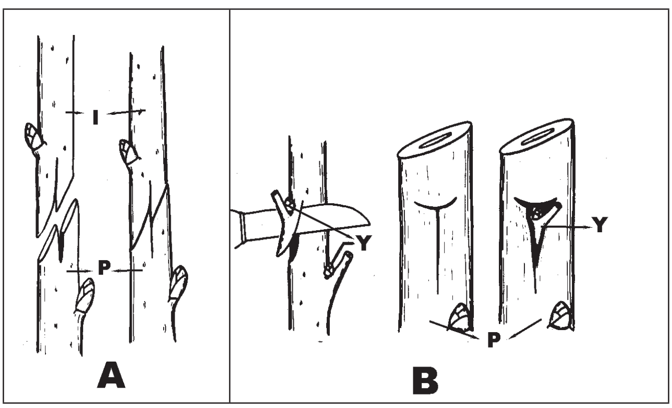


Fig. 5.2: **Injertos**:
A: Injerto de pua
B: Injerto de escudete.
P: portainjerto, **I**: injerto o púa, **Y**: yema

Bulbilos o **propágulos**: son yemas vegetativas que se transforman en órganos de multiplicación. Pueden aparecer sobre los nomófilos como en *Kalanchoe blossfeldiana* "jirafita", en la axila de esos nomófilos como en *Saxifraga*, o en las inflorescencias como en diversas especies de *Allium* o *Poa*.

Agamospermia (agamo: sin gametas; esperma: semilla): consiste en la reproducción de las plantas mediante semillas, pero sin que el embrión se haya originado por una fecundación, o sea, sin procesos sexuales. Sin embargo, casi siempre es necesaria la polinización y la fecundación (**pseudogamia**, pseudo=falsa, gamia=unión) para la formación del endosperma. Es un fenómeno natural frecuente en Compuestas, Gramíneas y Rosáceas. Los mecanismos de producción de semillas agamospermás son variados. En algunos casos como en *Citrus* no existe desarrollo del saco embrionario y el embrión se origina de otras células diploides del óvulo; es la **agamospermia esporofítica** también llamada **embrionía adventicia**. En otros casos se desarrolla un saco embrionario diploide (no reducido por meiosis), es la **agamospermia gametofítica**; en este último caso el embrión se puede originar de una oósfera no reducida (2n) y no fecundada (**partenogénesis**) o de otra célula del saco embrionario no reducida (**apogamia**). Si el saco embrionario diploide y asexual sustituye al haploide estamos en presencia de **diplosporia** (*Taraxacum*, *Hieracium*); si no lo sustituye y existen ambos dentro del óvulo se habla de **aposporia** (*Poa*, *Potentilla*).

Micropropagación: es una técnica utilizada para propagar vegetativamente plantas en un invernáculo. Se extrae de la planta madre un **explanto**, que generalmente es una yema pero puede ser cualquier célula o grupos de células somáticas y se cultiva en un medio nutritivo especial dentro de un tubo de ensayo con regulación de hormonas de crecimiento, de luz y de temperatura y en condiciones de asepsia. Se pueden obtener de esta manera gran cantidad de individuos (clones), en forma eficiente, rápida y fundamentalmente libres de enfermedades, tan comunes en todos los otros métodos de reproducción asexual.

Reproducción sexual y ciclos biológicos

En un organismo unicelular la única célula se encarga de cumplir con las funciones vegetativas (básicamente la nutrición) y reproductivas. Al aumentar la complejidad en los organismos pluricelulares la primera división del trabajo consiste en diferenciar las funciones vegetativas de las reproductivas. Las células que cumplen funciones vegetativas se denominan somáticas y forman el cuerpo o soma, en las plantas son diploides

y se multiplican por mitosis; en contraposición las células destinadas a la reproducción sexual se denominan gametas, son haploides y se originan por meiosis. O sea, en todos los organismos con reproducción sexual existe una **alternancia de fases nucleares** diplofase-haplofase; si cada fase a su vez está compuesta por más de una célula, existe en forma paralela una **alternancia de generaciones**, una generación diploide denominada **esporófito** (porque culmina esa generación dando células germinales denominadas esporas) alterna con otra generación haploide denominada **gametófito** (porque termina dando gametas o células sexuales). Cada generación comienza con una célula característica de la misma ploidía y culmina con otra célula de ploidía distinta: el esporófito comienza con el **zigoto** (célula 2n originada por la unión de dos gametas) y termina originando **esporas** por meiosis (células haploides) y el gametófito comienza en una espora y culmina dando gametas. Esta alternancia de fases y de generaciones aplicadas a un organismo determinado constituye un **ciclo biológico**. En los seres vivos existen tres tipos de ciclos biológicos:

Diplonte: donde las únicas células haploides son las gametas. La meiosis origina directamente gametas y se denomina **meiosis gamética**. No existe alternancia de generaciones ya que la única generación existente es el esporófito. Es característico en animales y algunas algas.

Diplo-haplonte: con una generación diploide alternando con una haploide. La meiosis origina esporas por lo que se denomina **meiosis espórica**. Es característico de las plantas y muchas algas. Las generaciones pueden ser independientes entre sí o depender una de otra; por ejemplo en las Angiospermas la generación con mayor desarrollo es el esporófito, en tanto el gametófito reducido a pocas células se encuentra dentro del esporófito en la flor.

Haplonte: donde la única célula diploide es el zigoto. El zigoto se divide por meiosis, de allí que sea **meiosis zigótica**. No existe alternancia de generaciones ya que la única generación existente es el gametófito. Se da en algunas algas.

Ciclos biológicos en Helechos y Licofitas

Existe un grupo que produce esporas de una sola clase, son los **helechos isosporados** y un segundo grupo que produce esporas de dos tipos diferentes, son los **helechos heterosporados**. Los ciclos biológicos son distintos en ambos grupos.

1. **Ciclo biológico de un helecho isosporado.** Como ejemplo podemos tomar el "helecho serrucho", *Nephrolepis cordifolia* y como punto de partida del ciclo podemos tomar el zigoto. Fig. 3.

Este zigoto (2n) por mitosis sucesivas origina un embrión (sin formar semilla) que termina formando el cuerpo del helecho o sea el esporófito. Este cuerpo se puede diferenciar en un rizoma con raíces adventicias y las grandes hojas denominadas **frondes**. Se distinguen dos tipos de frondes los **trofofilos** destinados a la fotosíntesis y los **trofoesporofilos** destinados a la fotosíntesis y a la reproducción. Sobre estos últimos y en la cara inferior de las pinnas se forman unas pústulas marrones denominadas **soros** en cuyo interior encontramos **esporangios**. En el interior de los esporangios se forma un tejido denominado **arquesporio**, cuyas células originan por meiosis 4 esporas; estas esporas son todas idénticas en forma y tamaño y cuando maduran son liberadas por rotura de los esporangios y de los soros. El viento las dispersa y si caen en un ambiente favorable (sombreado y húmedo) germinan originando por haplomitosis un cuerpo con forma de corazón, fotosintetizador y haploide, de más o menos 1 cm, denominado **prótalo** que es el gametófito. Este gametófito es mucho más chico que el esporófito, pero es completamente independiente. El prótalo, en su cara inferior, forma rizoides y unas estructuras de reproducción denominadas **anteridios** y **arquegonios**. Los anteridios son los gametangios másculinos porque en su interior se forman **anterozoides**, son las gametas másculinas provistas de dos flagelos. Los arquegonios tienen forma de botella, con un pico, y en su interior se forma una sola gameta femenina, la **oosfera**, o sea que el arquegonio es el gametangio femenino. Vemos entonces que los prótalos son bisexuales. Los anterozoides, mediante sus flagelos, navegan en agua proporcionada por el rocío o la lluvia hasta llegar al arquegonio, penetran por el cuello del arquegonio y fecundan la oósfera para formar un nuevo zigoto, recomenzando el ciclo. El zigoto y el embrión, que de él se forma, son inicialmente dependientes del prótalo, pero, cuando se forma el primer fronde, el esporófito se independiza. En resumen, es un ciclo diplo-haplonte, con generaciones independientes, con predominio de la generación esporofítica

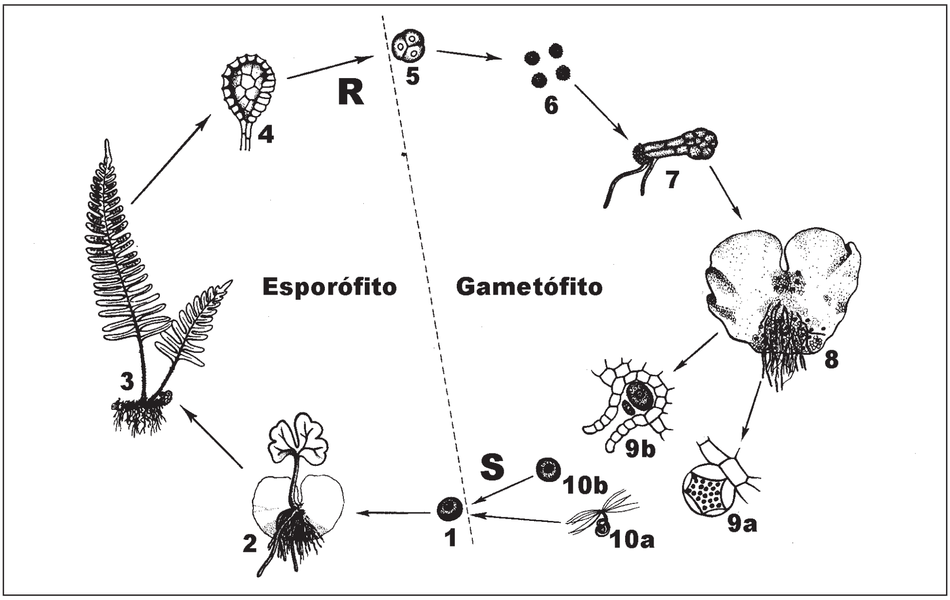


Fig. 5.3: **Esquema del ciclo biológico del helecho serrucho**. La línea punteada divide las dos generaciones: a la izquierda el esporófito y a la derecha el gametófito. **1**: zigoto, **2**: embrión en desarrollo dependiendo del prótalo, **3**: helecho adulto con rizoma, raíces y frondes, algunos de los cuales son portadores de soros con esporangios, **4**: esporangio, **5**: tétrada de esporas jóvenes originadas por meiosis, **6**: esporas maduras, **7**: espora germinando para dar un prótalo en desarrollo, **8**: prótalo adulto visto en su cara inferior con arquegonios en la escotadura y anteridios entre los rizoides, **9a**: anteridio, **9b**: arquegonio, **10a**: anterozoide, **10b**: oósfera. **R**: Reducción de ploidía por meiosis. **S**: recuperación de ploidía por singamia.

2. **Ciclo biológico de un helecho heterosporado**. Como ejemplo podemos tomar *Selaginella*, un género de licofitas tropicales y como punto de partida del ciclo volvemos a tomar el zigoto. Fig. 4.

Este zigoto (2n) por mitosis sucesivas forma un embrión (sin formar semilla) que termina dando el cuerpo del helecho o sea el esporófito. Este cuerpo está formado por tallos generalmente rastreros con hojas pequeñas y uninervadas denominadas **microfilos (licofilos)**, dispuestas en cuatro hileras. Los tallos terminan formando conos o estróbilos de hojas fértiles, los **megasporofilos** en la base y los **microsporofilos** en el ápice de los conos. Cada megasporofilo contiene un **megasporangio** en cuyo interior por meiosis se forman cuatro **megásporas** (n), denominadas así por su mayor tamaño. Las megásporas permanecen dentro del esporangio y germinan endospóricamente, o sea, su célula haploide inicial se divide repetidas veces por haplomitosis formando un prótalo o gametofito pluricelular que rompe la espora y en ese sector, forma arquegonios solamente, o sea, la megáspora es femenina. En este estado, los arquegonios quedan expuestos para recibir los

anterozoides. Cada microsporofilo contiene un **microsporangio**, en cuyo interior el tejido arquesporial por meiosis forma numerosas **microsporas**, denominadas así por su pequeño tamaño. Las micrósporas también germinan endospóricamente originando un microprótalo que contiene un anteridio en su interior. El anteridio produce numerosos anterozoides flagelados, que en un medio acuoso se desplazan hasta alcanzar los arquegonios dispuestos poco más abajo, y fecundar a la oósfera y originar el zigoto.

En resumen, es un ciclo diplo-haplonte, con la generación gametofítica totalmente dependiente de la esporofítica, o sea, con gran predominio de la generación esporofítica.

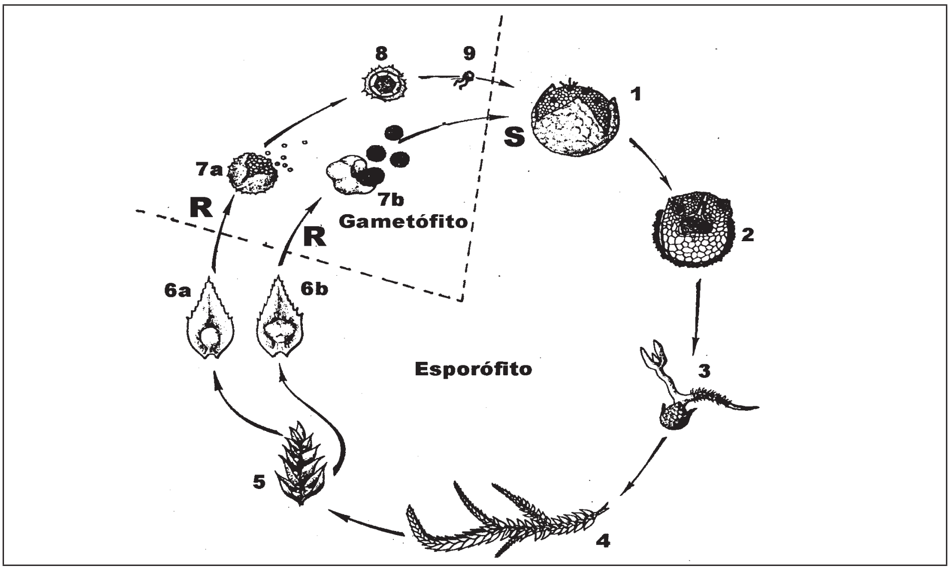


Fig. 5.4. **Esquema del ciclo biológico de *Selaginella***: **1**: Megáspora germinada endospóricamente conteniendo el gametófito, rasgada y con arquegonios en la parte superior, uno de ellos fecundado. **2**: Megáspora con el zigoto desarrollando el embrión. **3**: Embrión en desarrollo ya en el suelo. **4**: Esporófito maduro. **5**: Cono con megasporofilos en la base y microsporofilos en el ápice. **6a**: Microsporofilo con un microsporangio. **6b**: Megasporofilo con un megasporangio. **7a**: Microsporangio con micrósporas. **7b**: Megasporangio con megásporas. **8**: Anteridio formado dentro de la micróspora. **9**: Anterozoides ya liberados. **R**: Reducción de ploidía por meiosis. **S**: recuperación de ploidía por singamia.

Ciclo biológico en Gimnospermas

Como ejemplo del ciclo biológico de una gimnosperma tomaremos a *Pinus halepensis*, “pino de Alepo”. En la Fig. 5.5 se esquematiza el ciclo completo.

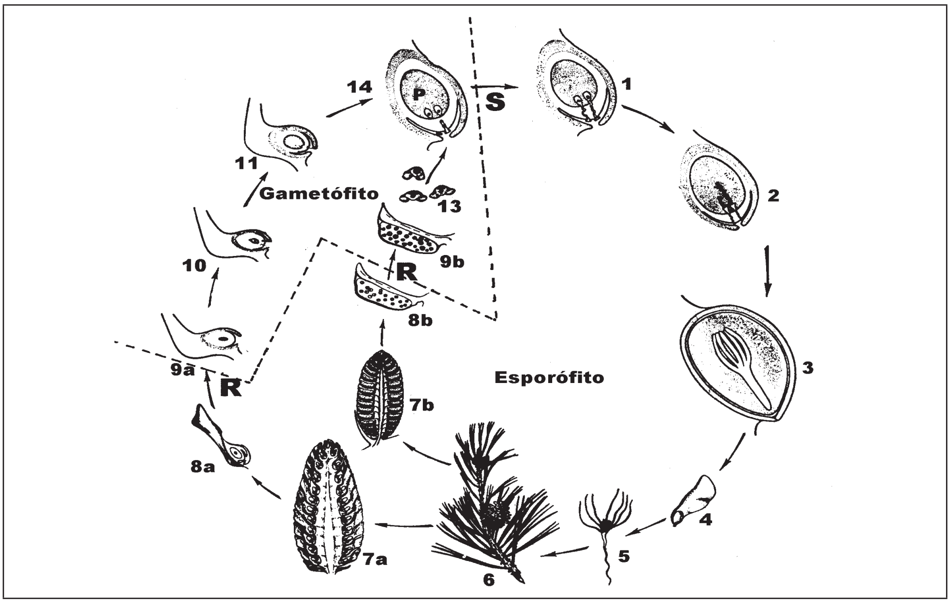


Fig. 5.5. **Esquema del ciclo biológico de un pino**. **1**: Zigoto fecundado dentro del arquegonio. **2**: Zigoto desarrollando en embrión. **3**: Semilla en desarrollo. **4**. Semilla madura y lista para dispersar. **5**: Plántula, **6**. Rama con conos femeninos y másculinos. **7a**: Cono femenino. **7b**: Cono másculino, **8a**, **9a**, **10**, **11** y **14**: Etapas del desarrollo de la escama ovulífera. **8b** y **9b**: Etapas del desarrollo de la escama polinífera. **13**: Granos de polen. **P**: Prótalo. **R**: Reducción de ploidía por meiosis. **S**: recuperación de ploidía por singamia.

Volvemos a partir de un zigoto, que por sucesivas mitosis origina un embrión, similar a lo que ocurre en los helechos, pero en este caso el embrión desarrolla dentro de una estructura denominada semilla que aparece por primera vez en el curso evolutivo. La semilla contiene además del embrión, las reservas necesarias para la germinación y un tegumento protector; de esta manera, puede pasar períodos desfavorables en forma más segura que una espora. Este es un gran avance evolutivo que mantienen las Angiospermas. La semilla al germinar origina una plántula y posteriormente la planta adulta que es el esporófito. Cuando este llega a la edad reproductiva produce conos femeninos y conos masculinos.

Los conos femeninos o piñas son portadores de brácteas en cuya axila desarrollan escamas ovulíferas (megasporofilos) cada una de las cuales produce dos óvulos. El óvulo es una estructura novedosa en la evolución, directamente relacionado con la semilla, ya que su fecundación da origen a la misma. Cada óvulo consta de un solo **tegumento** que es incompleto ya que en un extremo deja un poro denominado **micrópilo**, debajo del cual encontramos la **cámara polínica** destinada a recibir los granos de polen. La cámara polínica se llena de un fluido polínico destinado a mantener los

granos de polen en condiciones de germinar, ya que entre la polinización y la fecundación transcurre un tiempo considerable. En el interior del óvulo se forma un tejido denominado **nucela** que en realidad es un megasporangio, ya que una de sus células se diferencia, es la **célula madre de las megásporas** o megasporocito, que por meiosis origina cuatro megásporas; esta etapa recibe el nombre de **megasporogénesis**. Las tres megásporas orientadas hacia la micrópila abortan, solo la más profunda es funcional y continúa con el proceso de **megagametogénesis**, para ello se divide repetidas veces por haplomitosis formando en un principio, un cenocito, esto es un plasma multinucleado, lentamente se forma un tejido, por tabicación celular, que constituye el prótalo o gametófito femenino; en el extremo micropilar del prótalo se forman dos o tres arquegonios en cuyo interior se ubica la oósfera. En estas condiciones el gametófito está maduro y receptivo. Fig. 5.6.

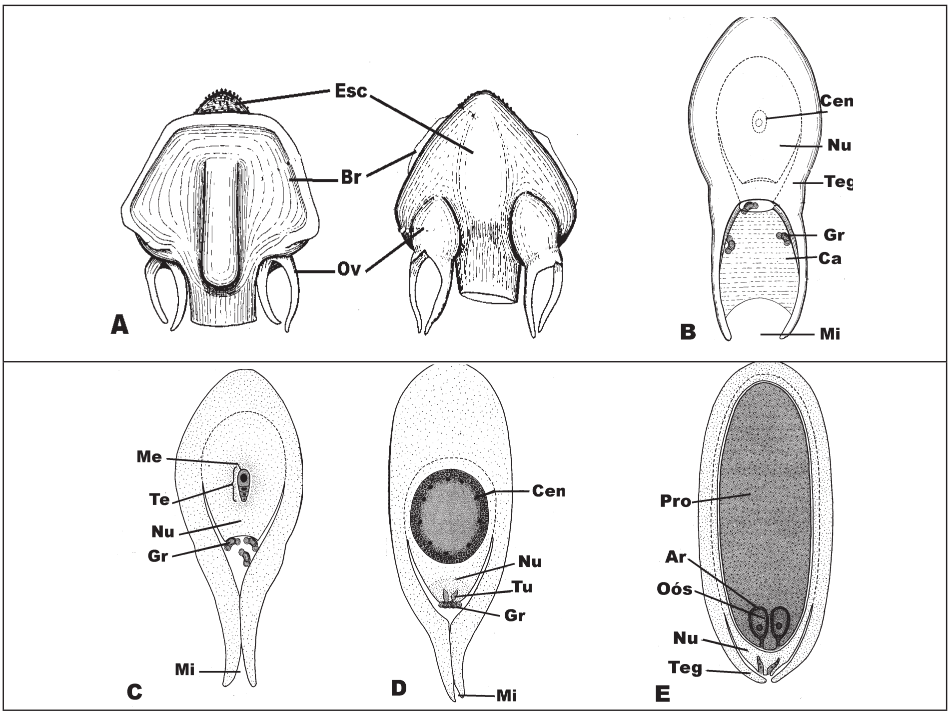


Fig. 5.6: **Esquema del desarrollo de un óvulo en pino. A. Bráctea tectriz y escama ovulífera.** A la izquierda en vista inferior se dibujó la bráctea y a la derecha en vista superior la escama ovulífera. **B. Óvulo con la célula madre de la megáspora. C. Óvulo con las cuatro megásporas. D. Óvulo en estado de cenocito. E. Óvulo maduro y receptivo.** El pasaje de B a C es la megasporogénesis y el pasaje de C a E es la megagametogénesis. **Ar**: arquegonio, **Br**: bráctea tectriz, **Ca**: cámara polínica, **Cen**: cenocito, **Cem**: célula madre de las megásporas, **Esc.**: escama ovulífera, **Gr**: grano de polen, **Me**: megáspora funcional, **Mi**: micrópila, **Nu**: nucela, **Oós**: oósfera, **Ov**: óvulo, **Pro**: prótalo, **Te**: tétrada de megásporas, **Teg**: tegumento, **Tu**: tubo polínico.

Los conos masculinos son portadores solamente de escamas políferas (microsporofilos) que contienen dos sacos polínicos (microsporangios). Un saco polínico inmaduro contiene un tejido arquespórico, dentro del cual se diferencian numerosas **células madres de los granos de polen** o microsporocitos, cada una de las cuales, por meiosis origina una tétrada de micrósporas (proceso de microsporogénesis). Cada micróspora por haplomitosis forma un grano de polen en el proceso de microgametogénesis, para ello se divide por lo menos dos veces para formar cuatro células (a veces más), de esas cuatro células dos degeneran, son las **células protálicas** en un grano de polen maduro, una tercera desarrolla más, es la **célula vegetativa** o del tubo polínico, encargada de generar y guiar el tubo polínico y la cuarta es la **célula generativa** que termina formando los anterozoides (gametas masculinas sin flagelos). En ese estado el grano de polen es trasladado por el viento (polinización anemófila) hasta la micrópila del óvulo, donde se introduce en la cámara polínica; para ello cuenta con dos alas que son sacos llenos de aire que disminuyen su peso específico. Fig. 5.7.

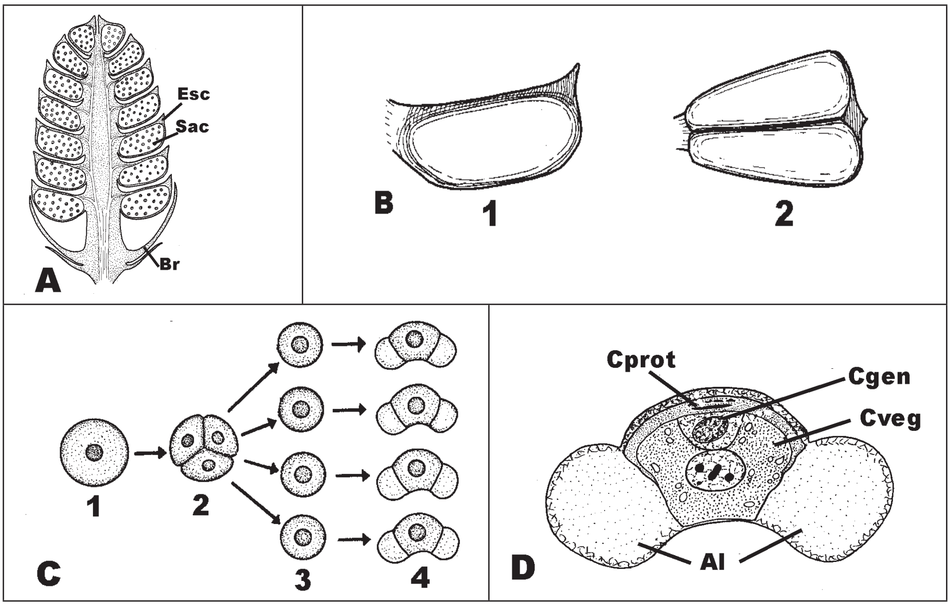


Fig. 5.7. **A. Cono másculino en corte longitudinal. B. Escama polinífera** en vista lateral (1) y en vista inferior (2). **C. Esquema de la microsporogénesis** (1 a 3) **y microgametogénesis** (3 a 4). 1. célula madre de las micrósporas. 2. tétrada de micrósporas. 3 micrósporas.4. granos de polen. **D. Grano de polen maduro. Al**: alas o sacos aéreos, **Br**: brácteas estériles, **Cgen**: célula generativa. **Cprot:** células protálicas. **Cveg**: célula vegetativa. **Esc**: escama polinífera, **Sac**: saco polínico.

Cuando han madurado los arquegonios, los granos de polen de la cámara polínica emiten un corto tubo polínico (proceso guiado por la célula vegetativa) y un anterozoide fecunda la oósfera (fecundación simple) para formar el zigoto, que posteriormente formará el embrión de la semilla. Por otra parte, el prótalo femenino formará el **endosperma primario** que constituyen las reservas de la semilla (haploides) y el tegumento del óvulo será el tegumento de la semilla. Desde la formación de los conos másculinos y femeninos hasta la dispersión de la semilla, en el pino de alepo, transcurren por lo menos tres años.

En resumen: Es un ciclo diplo-haplonte, con la generación gametofítica totalmente dependiente de la esporofítica, o sea, con gran predominio de la generación esporofítica, con la gameta masculina trasladada en una estructura, el grano de polen, con formación de un tubo polínico o sifón (sifonógamas), con formación de un verdadero embrión (embriófitas) y semilla (espermatofitas).

Ciclo biológico en Angiospermas

Como ejemplo del ciclo biológico de una Angiosperma tomaremos al "maíz", *Zea mays*. En la Fig. 5.8 se esquematiza el ciclo completo.

Como resultado de la singamia (unión de un anterozoide con la oósfera) se origina el zigoto que inmediatamente por mitosis origina el embrión. Acompañando este proceso, y un segundo anterozoide se une a los dos núcleos polares (fecundación doble) para originar una célula triploide, la **célula madre del albumen** que también por mitosis origina el albumen o endosperma de la semilla. Los tegumentos del óvulo (primina y secundina) terminan formando los tegumentos de la semilla (testa y tegmen respectivamente). La semilla al germinar origina una plántula que se transforma en planta adulta (esporófito). Como ya se ha señalado, la característica evolutiva más importante de las Angiospermas es la flor como estructura de reproducción. La planta de maíz es diclino-monoica, ya que presenta flores unisexuales en la misma planta, por un lado las pistiladas o femeninas se forman sobre una rama en la axila de las hojas, es la mazorca o choclo, recubiertas por las chalas y con los estilos asomando en el extremo (barba) y por otro lado, las estaminadas o masculinas en una panoja terminal.

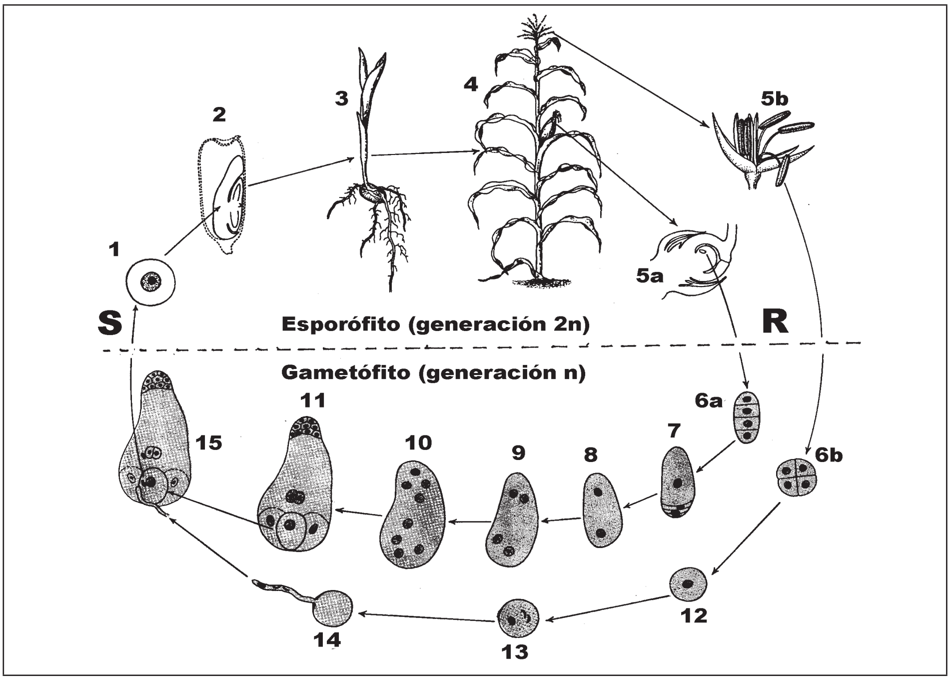


Fig. 5.8. Esquema del ciclo biológico del maíz 1. Zigoto, 2. Fruto con una semilla en su interior, 3. Plántula, 4. Planta, 5a. Flor pistilada de la mazorca (choclo) con su ovario y un óvulo, 5b. Flor estaminada de la panoja con tres estambres. 6b. Tétrada de megásporas originadas por megasporogénesis, 6b.Tétrada de micrósporas originadas por microsporogénesis, 7. Megáspora funcional, 8, 9 y 10. Megagametogénesis, se forman ocho núcleos por haplomitosis, 11. Saco embrionario con el aparato micropilar, los núcleos secundarios y el aparato antipodal. 12. Micróspora, 13. Microgametogenesis, por haplomitosis se forman dos núcleos (vegetativo y generativo) dentro del grano de polen. 14, Grano de polen germinado. 15. El tubo polínico llega al saco embrionario.

Las flores femeninas presentan ovario con un solo óvulo anátropo de posición basal. El óvulo tiene dos tegumentos, micrópilo y nucela. En su ontogenia (desarrollo) una célula de la nucela se diferencia, es la **célula madre de la megáspora** (que también se denomina célula madre del saco embrionario) y en el proceso de megasporogénesis, por meiosis, origina cuatro megásporas. Tres de esas megásporas degeneran y la restante por tres divisiones mitóticas sucesivas (proceso de megagametogénesis) origina ocho núcleos dentro de una membrana, es el saco embrionario en formación. Generalmente cuatro núcleos se ubican hacia el micrópilo constituyendo el **aparato micropilar** y cuatro en el polo opuesto constituyendo el **aparato antipodal**. Posteriormente un núcleo del aparato micropilar y otro del aparato antipodal migran y se ubican en el centro del saco embrionario constituyendo los **núcleos polares**. Finalmente se

forman los tabiques celulares quedando el saco embrionario constituido por la **oósfera** y dos **sinérgidas** hacia el micrópilo, dos **células polares** en el centro que a veces se unen en una sola denominada **núcleo secundario** y tres células denominadas **antípodas** en el polo opuesto. O sea que en las Angiospermás, el gametófito femenino queda reducido a ocho células dentro del saco embrionario. La Fig. 5.9 ilustra el desarrollo ontogenético de un óvulo ortótropo.

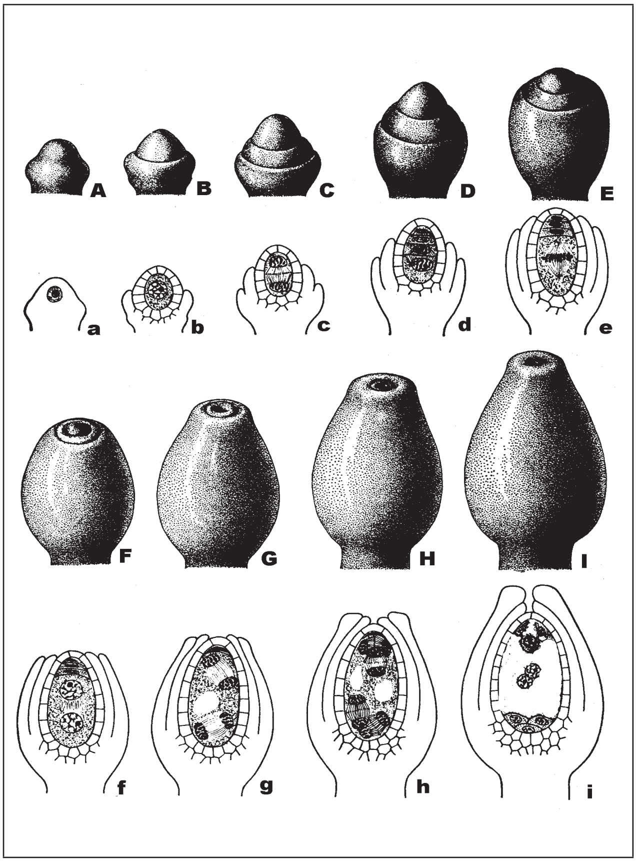


Fig. 5.9: **Diagrama de la ontogenia del óvulo. A-I**: Desde el exterior donde se observa el desarrollo de los tegumentos. **a-i**: Las mismás etapas en corte longitudinal. **a-e**: megasporogénesis. **f-i**: megagametogénesis. **a-b**: Célula madre de la megáspora. **c**: Primera división meiótica. **d**: Segunda división meiótica. **e**: Cuatro megásporas, una sola funcional y en mitosis. **f:** Saco embrionario binucleado **g**: Saco embrionario tetranucleado. **h**: Saco embrionario octonucleado. **i**: Saco embrionario listo para la fecundación con la oósfera y dos sinérgidas hacia el micrópilo, dos núcleos polares en el centro y tres antípodas hacia la chalaza.

Las flores masculinas presentan tres estambres. En la ontogenia de cada estambre, dentro de cada saco polínico, se forma un tejido arquespórico. En el interior del mismo, se diferencian varias células denominadas célula madre de los granos de polen o microsporocitos, que por meiosis originan cuatro micrósporas (microsporogénesis). Todas las micrósporas son viables y por el proceso de microgametogénesis, cada una origina un grano de polen. Para ello cada espora se divide y origina dos núcleos, uno grande, el núcleo vegetativo o del tubo polínico y otro más pequeño, el núcleo generativo y simultáneamente se recubre de dos

envolturas, una exterior gruesa y resistente, la exina y otra interior delgada y flexible, la intina. El gametófito femenino queda reducido a dos células dentro del grano de polen (tres cuando el núcleo generativo se divide para originar dos anterozoides). La Fig. 5.10 ilustra dicho proceso.

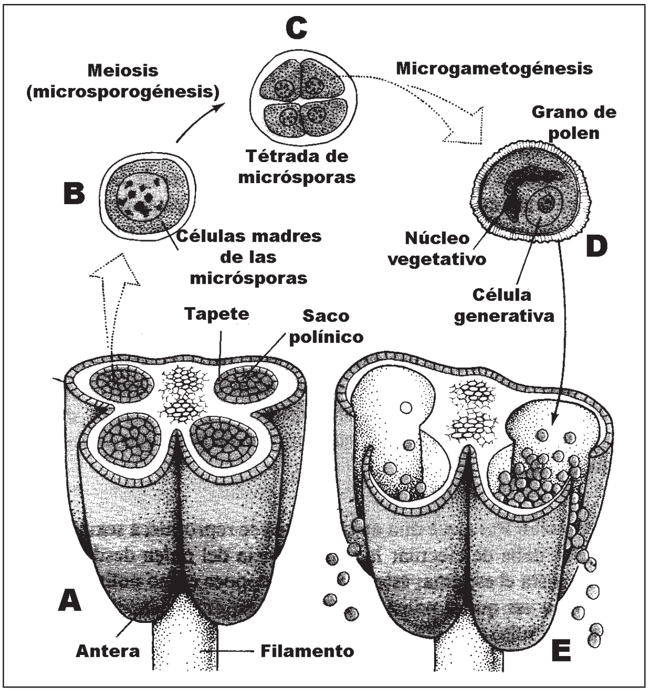


Fig. 5.10: **Microsporogénesis y microgametogénesis.** A: Antera inmadura con cuatro sacos polínicos con tejido arquespórico en su interior. B. Célula madre de las micrósporas. C: Cuatro micrósporas. D. Grano de polen. E. Antera madura y dehiscente, liberando los granos de polen.

Cuando se produce la dehiscencia de la antera, los granos de polen son trasladados hasta el estigma de la misma flor o de otra flor (polinización), donde germinan y originan un tubo polínico largo, ya que guiado por el núcleo vegetativo, atraviesa los tejidos del estigma y del estilo hasta llegar al óvulo, donde se introduce y se contacta con el saco embrionario. Allí vierte los dos anterozoides para producir la doble fecundación mencionada en el inicio del ciclo.

En resumen, es un ciclo diplo-haplonte, con la generación gametofítica totalmente dependiente de la esporofítica, o sea, con gran predominio de la generación esporofítica, con la gameta masculina trasladada en una estructura particular, el grano de polen, con formación de un tubo polínico o sifón (sifonógamas), con formación de un verdadero embrión (embriófitas), semilla (espermatófitas) y con desarrollo de flores (antófitas).

Fecundación

Una vez producida la polinización, el grano de polen germina emitiendo un tubo polínico o sifón (**sifonogamia**), mediante el cual un anterozoide se pone en contacto con la oósfera para fusionarse y originar el cigoto en el proceso denominado **fecundación**. La fecundación consiste en la fusión de los citoplasmas (**plasmogamia**) y de los núcleos (**cariogamia**) de ambos gametos restituyendo el número diploide de cromosomas. Como este proceso es diferente en gimnospermas y angiospermas, lo analizaremos por separado.

Fecundación en gimnospermas

Recordemos que en las gimnospermas el grano de polen es trasladado por el viento y cae directamente en el óvulo (los óvulos son desnudos, o sea se ubican sobre escamas ovulíferas abiertas) dentro de la cámara polínica, donde se conservan durante un tiempo más o menos prolongado hasta que el óvulo haya madurado completamente, esto es que los arquegonios ya contengan una oósfera receptiva. Cuando ello ocurre, los granos de polen contenidos en la cámara polínica germinan, emitiendo un corto tubo polínico cuyo crecimiento es gobernado por la célula vegetativa que se ubica en el extremo del tubo. El tubo polínico crece hasta ponerse en contacto con uno de los arquegonios del óvulo. Detrás de la célula vegetativa viene la célula generativa o espermatógena que por mitosis forma dos anterozoides. En el caso del pino y las demás coníferas, así como en las Gnetópsidos los anterozoides carecen de flagelos, pero en Cycadópsidos y Gynkgópsidos presentan flagelos y son móviles. Al contactar el arquegonio, el tubo polínico penetra por el cuello del arquegonio y al contactar a la oósfera se rompe y los anterozoides penetran en ella, uno de ellos la fecunda (**fecundación simple**) para originar el cigoto (2n) y el otro degenera. Las primeras divisiones del cigoto originarán un proembrión y de algunas de sus células se originará el embrión dentro de los tejidos del prótalo (n) que proliferan por mitosis para formar las reservas de la semilla (endosperma primario). Las semillas se llaman entonces **protaladas** y las reservas son de origen materno y haploides. Entretanto el único tegumento del óvulo acompaña el crecimiento de la semilla en desarrollo y sufre modificaciones hasta formar el único tegumento seminal o testa. Es de hacer notar que en *Ephedra* y en *Gnetum*, géneros de Gnetopsidos, existe doble fecundación como veremos en las angiospermas.

Como el óvulo contiene más de un arquegonio se pueden fecundar otras oósferas originando entonces más de un cigoto y más de un embrión, este proceso recibe el nombre de **poliembrionía policigótica**; pero también puede ocurrir que de un solo cigoto, a partir de las primeras divisiones, se forme más de un embrión, en este caso hay **ploiembrionía monocigótica**. Sin embargo, en los casos de poliembrionía, a la madurez de la semilla llega un solo embrión desarrollado o por lo menos, con mucho mayor desarrollo que los otros.

El embrión en las coníferas presenta de 3 a 15 cotiledones, sin embargo en Cycadópsidos, Gynkgópsidos y Gnetópsidos se forman dos cotiledones.

Fecundación en angiospermas

En las angiospermas, el o los óvulos se encuentran encerrados en el ovario, que presenta un estilo más o menos largo y un estigma, sector receptivo de los granos de polen. El polen es retenido y estimulado en su germinación por los líquidos estigmáticos, forma así un tubo polínico a partir de la intina, que emerge de los poros o colpos de la exina llevando en su extremo la célula vegetativa o sifonogénica, llamada así por ser la responsable de la generación del tubo polínico y de su desarrollo a través de los tejidos del estilo y estigma hasta llegar al óvulo. Detrás de esta célula viaja la célula generativa (o los anterozoides si ya se ha dividido como ocurre en Gramíneas, Compuestas, Umbelíferas y otras familias). Fig. 5.16.

Puede ocurrir que los tejidos del estilo-estigma sean macizos, entonces el tubo polínico disgrega la pectina de esas células para poder avanzar o que el estilo-estigma presente canales o huecos (canales de transmisión del tubo polínico) que facilitan el avance del mismo. En todos los casos el tubo polínico pronto se independiza del granito de polen y es nutrido en su avance por los tejidos del estigma, incluso la parte posterior del tubo se tapona con calosa quedando solo el sector apical con los dos núcleos, avanzando hacia el ovario. En los ovarios con placentación marginal o parietal recorre las paredes del ovario hasta llegar las placentas; en cambio en los ovarios de placentación axial avanza por el eje placentario y allí se distribuye a todos los carpelos.

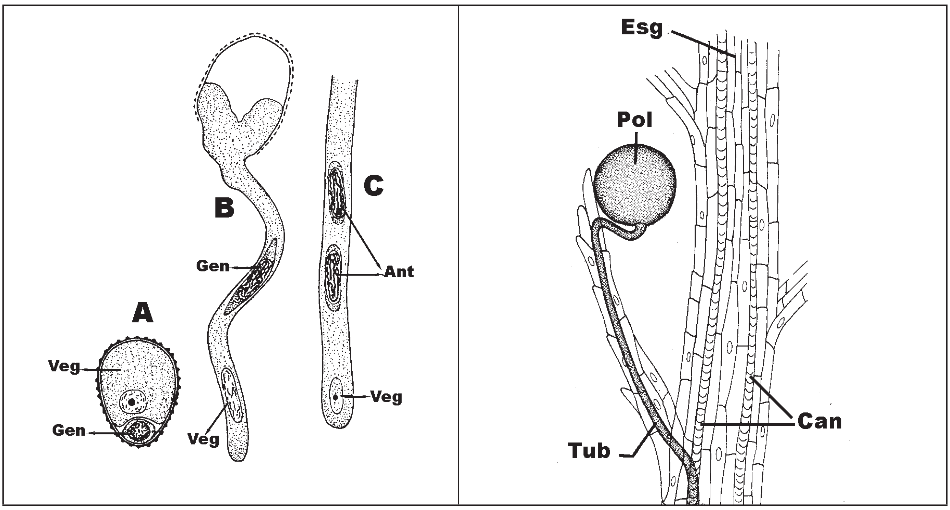


Fig. 5.16: A la izquierda: **Etapas del desarrollo del tubo polínico en *Lilium*. A:** Grano de polen próximo a germinar con una célula vegetativa grande consu núcleo y una célula generativa menor con poco citoplasma y núcleo relativamente grande. **B:** Grano de polen germinado con el tubo polínico desarrollado llevando la célula vegetativa en el extremo y la generativa detrás. **C:** Tubo polínico independizado con los dos anterozoides formados a partir de la célula generativa. **Gen**: célula generativa, **Veg**: célula vegetativa, **Ant**: anterozoides. Adaptado de Strasburger (2004).
A la derecha: **Desarrollo del tubo polínico en el estilo-estigma del maíz** (muy aumentado).**Can**: Canales de transmisión, **Esg**: Estilo-estigma, **Pol**: Grano de polen, **Tub**: tubo polínico. Adaptado de Wilson y Loomis (1957).

El tubo polínico puede penetrar al óvulo a través de su micrópila (**porogamia**), en cuyo caso deberá recorrer un espacio hueco o puede hacerlo atravesando el funículo y la calaza, o los tegumentos hasta llegar al saco embrionario del óvulo (**aporogamia**). La presencia de un tejido parenquimático denominado obturador que tapona la micrópila facilita el viaje del tubo polínico ya que sirve de guía y lo nutre en su recorrido; también la forma de los óvulos anátropos y campilótropos colabora en esa misión. Fig. 5.17 A

Cuando el tubo polínico llega al saco embrionario lo hace cerca del aparato ovular, en el extremo micropilar, esa zona se denomina aparato filiforme, allí se pone en contacto con una de las sinérgidas y vacía su contenido (núcleo vegetativo, dos anterozoides, parte de su citoplasma y organelas) dentro del saco embrionario; el núcleo vegetativo y la sinérgida receptora se desorganizan, uno de los anterozoides se une a la oósfera para formar el **cigoto** (2n) y el segundo anterozoide se une al núcleo secundario para formar la **célula madre del endosperma** (3n), o sea, se

produce una **doble fecundación** que es característica de las angiospermas, la primera fecundación para formar el cigoto que derivará en el embrión de la semilla y la segunda fecundación para formar la célula madre del endosperma que por mitosis sucesivas formará el endosperma de la semilla. Fig. 5.17 B.

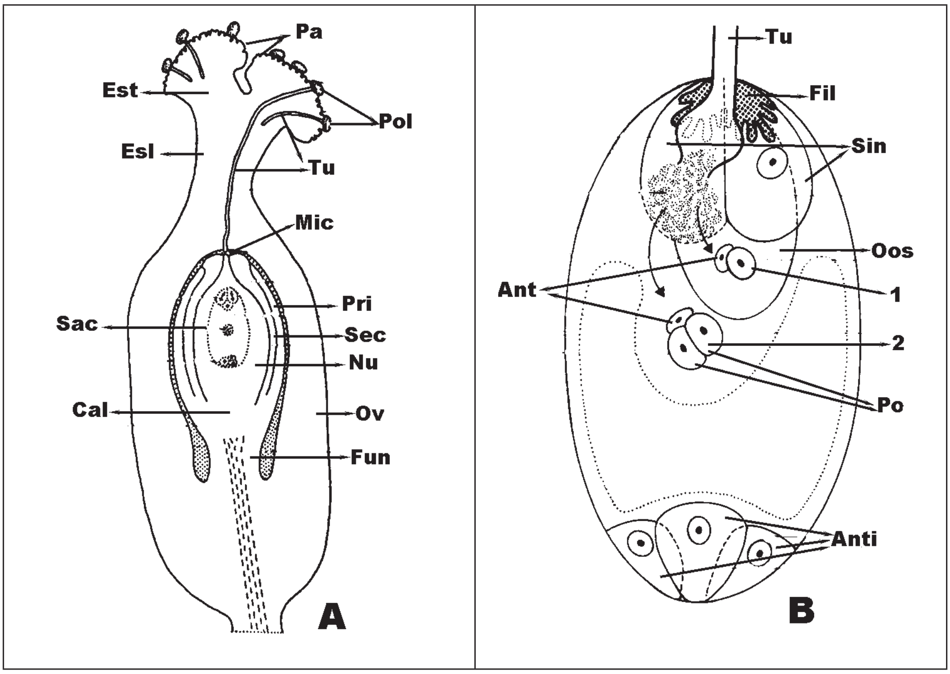


Fig. 5.17: **A: Desarrollo del tubo polínico en *Polygonum convolvulus* en un ovario uniovulado, con óvulo átropo y porogamia. B. Saco embrionario con doble fecundación en la misma especie.**
Ant: anterozoides, **Anti**: antípodas, **Cal**: calaza, **Est**: estigma, **Esl**: estilo, **Fil**: aparato filiforme, **Fun**: funículo, **Mic**: micrópila, **Nu**: nucela, **Oos**: oósfera, **Ov**: paredes del ovario, **Pa**: papilas estigmáticas, **Po**: núcleos polares en fusión, **Pol**: granos de polen germinados, **Pri**: primina, **Sac**: saco embrionario, **Sec**: secundina, **Sin**: sinérgidas, **Tu**: tubo polínico, **1:** primera fecundación (oósfera + anterozoide), **2:** segunda fecundación (núcleos polares + anterozoide). Adaptado de Strasburger (2004)

Desarrollo del endosperma en angiospermas

Como resultado de la fecundación auxiliar entre un anterozoide y el núcleo secundario se forma la célula madre del endosperma, célula triploide que generalmente se anticipa al cigoto en sus divisiones para formar las reservas de la semilla (**endosperma secundario** o **albúmen**). Esta

primera célula triploide se divide repetidas veces hasta formar el tejido nutricio que es propio de las angiospermas; ese tejido puede mantenerse diferenciado en la semilla, puede ser absorbido por el embrión en su desarrollo o puede tener origen sin esa doble fecundación. Recordemos (ver apunte de semilla) que según el origen de las reservas en angiospermas tenemos semillas endospermadas, exalbuminadas y perispermadas. Recordemos también que según ocurran las divisiones celulares para formas las reservas se pueden distinguir tres tipos de endosperma: nuclear, celular y helobial.

Embriogénesis en angiospermas

Se entiende por embriogénesis al conjunto de modificaciones que sufre el cigoto para formar el embrión de la semilla. Aunque con muchas variantes, básicamente consiste en mitosis sucesivas para aumentar el número de células, pero con tabicaciones perfectamente controladas, de manera que termina formándose dos polos meristemáticos opuestos, uno constituirá el ápice radical y el opuesto el ápice caulinar; entre ambos se formarán uno o dos cotiledones. El proceso de embriogénesis puede comenzar casi inmediatamente luego de formado el cigoto o demorarse hasta algunos meses.

Entre las muchas variantes, en las dicotiledóneas se puede tomar como ejemplo a la embriogénesis de la "bolsita del pastor" (*Capsella bursa-pastoris*), es un embrión tipo crucíferas:

La primera división del cigoto es transversal y forma dos células una cercana a la micrópila denominada **basal** y otra cercana a la cálaza denominada **terminal** o **calazal**. (Fig. 5.18) La célula basal se divide repetidas veces también en forma transversal para formar el **suspensor** que empuja a la célula terminal introduciéndola en el endosperma en formación. En este suspensor, la célula más cercana a la micrópila se agranda mucho, se vacuoliza y participa de la nutrición del embrión en formación (tiene naturaleza haustorial) y la más cercana a la célula terminal se denomina **hipófisis** y sufre divisiones para formar la caliptra y gran parte de la radícula (primer polo). Entretanto la célula terminal se ha dividido longitudinalmente en dos que a su vez se dividen también longitudinalmente pero en un plano perpendicular al primero para formar cuatro células ubicadas en un plano (estado de cuadrante); estas cuatro células se dividen ahora transversalmente y forman 8 células superpuestas de a cuatro (estado de octante). Las divisiones continúan hasta formar 64 células formando una cabezuela (estado globular) donde ya se diferencia la protodermis. A continuación las divisiones comienzan a ser localizadas

formando dos prominencias que serán los cotiledones (estado cordiforme); estos cotiledones se van alargando y entre ellos se forma una protuberancia que será otro polo de los dos mencionados: la plúmula, que contiene el meristema apical del futuro tallo. Entre los cotiledones y la radícula se forma el hipocótilo, donde se diferencia un procambium de células alargadas que comunican la radícula con la plúmula, ese procambium formará en el futuro el tejido vascular; de ese eje radícula-hipocótilo-plúmula salen células procambiales que se dirigen a los cotiledones, es la zona del nudo cotiledonar. Finalmente los cotiledones alcanzan el polo calazal y por crecimiento desigual se encorvan hasta adoptar la forma característica del embrión de las crucíferas. Fig. 5.18.

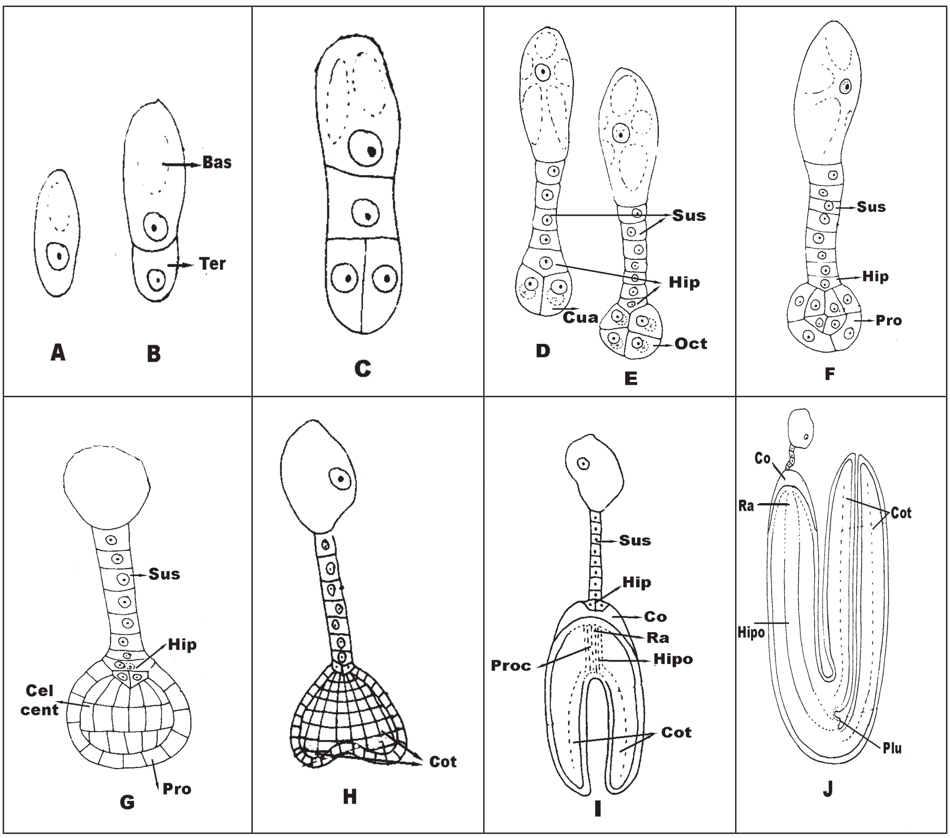


Fig. 5.18: Etapas de la embriogénesis en *Caspella*. Explicaciones en el texto. **Bas**: célula basal, **Cel cent**: células centrales, **Co**: cofia, **Cot**: cotiledones, **Cua**: cuadrante, **Hip**: hipófisis, **Hipo**: hipocótilo, **Oct**: octante, **Plu**: plúmula, **Pro**: protodermis, **Proc**: procambium, **Ra**: radícula, **Ter**: célula terminal, **Sus**: suspensor. Adaptado deValla (1979).

Semilla

Concepto

Se puede definir a la semilla como un óvulo o rudimento seminal fecundado y transformado luego de la fecundación, que se separa de la planta madre para originar otro individuo. Es una estructura compleja compuesta fundamentalmente por un embrión (que es una planta potencial y en estado de latencia), con tejidos nutricios o reservas (que son necesarias para la germinación) y el episperma (constituido por uno o dos tegumentos protectores).

La vida latente del embrión es de duración variable (poca horas a muchos años). Puesta la semilla a germinar (condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad), se rompe la vida latente y la semilla germina originando una plántula, que es una fase inicial en el desarrollo de una nueva planta.

Origen de la semilla

La semilla se origina en un óvulo o rudimento seminal que experimenta profundas transformaciones después de ser fecundado. Como los óvulos son diferentes según se trate de gimnospermas y de angiospermas, su origen en detalle se tratará más adelante, aunque se adelantan algunas características

En las gimnospermas la fecundación es simple, un anterozoide fecunda a la oosfera y origina el cigoto, precursor del embrión; las reservas en estas semillas son originadas por el protalo y por lo tanto son de origen materno y haploides (n) y finalmente el único tegumento del óvulo origina el episperma con una sola cubierta protectora, la testa (Fig. 5.21).

En las angiospermas la fecundación es doble, un anterozoide fecunda a la oosfera para originar el cigoto y el otro anterozoide se une al núcleo secundario en una fecundación auxiliar para formar la célula madre del albumen, célula triploide precursora de las reservas o tejidos nutricios de la semilla y finalmente los dos tegumentos del óvulo originan un episperma en dos capas: la testa que es la más externa y el tegmen (Fig. 5.22)

Partes de la semilla (Fig. 5.19)

1. Episperma (epi =sobre, esperma =semilla) o tegumentos seminales: Es la cubierta protectora de la semilla, protege a la semilla de la desecación y de lesiones mecánicas, pero también puede desarrollar estructuras para la dispersión como pelos, alas, cuerpos oleosos o azucarados, etc. Generalmente se diferencia en dos capas:

1.1. Testa: Es el tegumento exterior de la semilla, generalmente derivado de la primina del óvulo. Casi siempre está más esclerificada que el tegmen, suele tener esclereidas en su constitución y ser muy dura, se llama entonces esclerotesta (leguminosas); en otras se mucilaginiza y es absorbente de agua como en el "lino" (*Linum usitatissimum*), en el "membrillero" (*Cydonia oblonga*), en el "tomate" (*Solanum lycopersicum*) y muchas crucíferas; en otras se transforma en pelos como en el "algodón" (*Gossypium* sp.), en los sauces (*Salix* ssp), álamos (*Populus* ssp), en alas como en el "pino de Alepo" (*Pinus halepensis*) y la "catalpa" (*Catalpa bignonioides*) o se puede tornar carnosa y se llama sarcotesta como en el "granado" (*Punica granatum*) o la "magnolia" (*Magnolia grandiflora*).

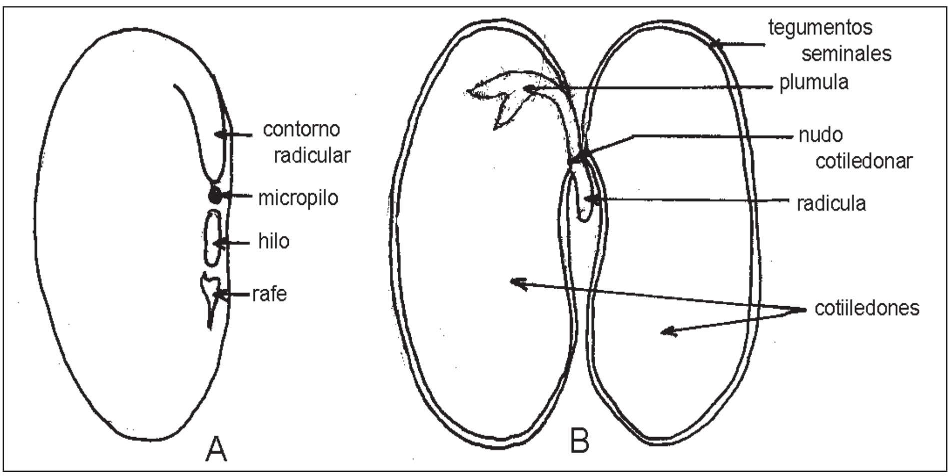


Fig. 5.19: Semilla de poroto.
A: Vista exterior. B, Corte longitudinal por la cara dorsal separando los dos cotiledones

Exteriormente en la testa se pueden distinguir:

Micrópilo: es un poro que corresponde al micrópilo del óvulo. En la semilla generalmente es un lugar de ingreso de agua y punto de salida de la radícula.

Hilo: cicatriz que deja el funículo al romperse. El funículo en el óvulo es una especie de cordón umbilical que lo une a la placenta por donde pasan los tejidos de conducción que alimentan al óvulo durante su formación y hasta la madurez de la semilla.

En los óvulos ortótropos está opuesto al micrópilo y en las anátropos y campilótropos está contiguo.

Rafe: en los óvulos anátropos, el funículo se suelda al óvulo en un recorrido amplio (casi todo un costado) ese trozo de funículo soldado permanece en la semilla como un reborde o costura que se denomina rafe; en este caso el rafe es muy conspicuo. En las semillas derivadas de óvulos campilótropos en cambio es muy corto y no existe en las semillas derivadas de óvulos ortótropos.

Arilo: es una excrecencia o protuberancia carnosa de origen diverso (micropilar, cálazal, funicular) que abarca parte de la semilla o la rodea completamente y recibe diferentes nombres. En la "nuez moscada" (*Myristica fragrans*) el arilo envuelve a la semilla como cintas entrecruzadas (Fig. 5.20 A) y es de origen micropilar (arilo micropilar); también en el "siempreverde" (*Evonymus japonica*), es de origen micropilar pero cubre totalmente a la semilla y es de un color rojo intenso (Fig. 5.20 B); en el "irupé" (*Victoria amazonum*) el arilo surge del funículo (arilo funicular) y sirve a la semilla de flotador; en el "boj" (*Buxus sempervirens*) es de origen hilar (arilo umbilical) y es de color rojo; en el "ricino" o "castor" (*Ricinus communis*) y otras euforbiáceas también es de origen micropilar, pero es pequeño y se denomina carúncula (Fig. 5.20 D); en la "celidonia" (*Chelidonium majus*) se origina en la cálaza (arilo cálazal) y se denomina estrofíolo (Fig. 5.20 C), etc.

Generalmente el arilo es de colores vivos y rico en azúcares, sirviendo para la dispersión de los pájaros frugívoros (ornitocoria); si es rico en aceites y relativamente pequeño suele llamarse eleosoma y la dispersión la hacen las hormigas (mirmecocoria). También pueden considerarse arilos los pelos y las alas ya mencionados y que adaptan a la semilla a la dispersión por el viento (anemocoria).

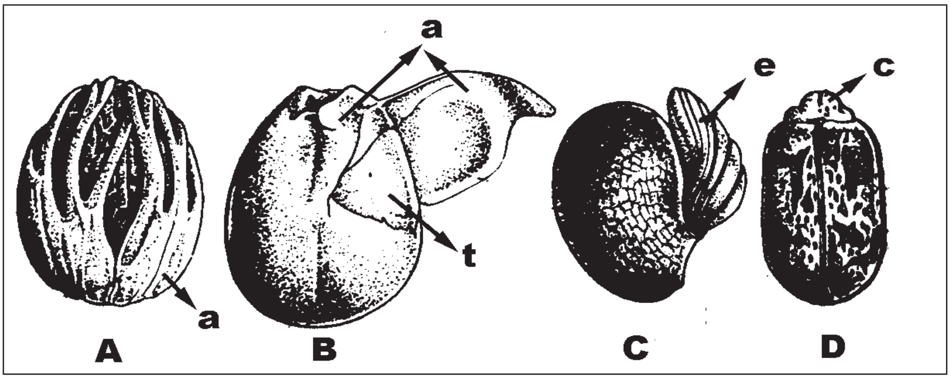


Fig. 5.20. Tipos de arilo.
A: Semilla de “nuez moscada” con arilo micropilar incompleto (a); B: Semilla de “siempreverde” con arilo micropilar completo (a) en parte levantado para dejar ver el tegumento seminal (t); C: Semilla “celidonia” con estrofíolo (e); D: Semilla de “ricino” con carúncula (c).

1.2. Tegmen: es la cubierta más interna de la semilla, generalmente derivada de la secundina del óvulo.

En algunos casos el albumen en su desarrollo puede digerir el tegmen, quedando solo la testa (ranunculáceas) y en otros digiere al tegmen y gran parte de la testa quedando restos de esta última que junto al pericarpo del fruto sirven de protección (las cariopsis de gramíneas).

2. Tejido nutricio o reservas: la mayoría de las semillas presentan un buen desarrollo de reservas que utilizará el embrión en el momento de la germinación. Las plantas anuales trasladan todas las reservas disponibles a la semilla durante su formación y madurez. Sólo muy pocas semillas carecen de reservas.

El origen y la disposición de las reservas es muy variable y será analizado tanto en gimnospermás como en angiospermás, sin embargo podemos hacer una clasificación en:

- Semillas albuminadas: son las semillas que contienen las reservas separadas del embrión, sin importar su origen. En estos casos, el embrión durante la germinación, debe disolver las reservas mediante acción enzimática, para luego poder absorberlas. Teniendo en cuenta su origen, las semillas albuminadas pueden ser:
- Semillas protaladas (semillas con endosperma primario o de origen asexual): cuando las reservas son originadas por

proliferación de células del protalo y son haploides (n). Es el caso de las semillas de gimnospermás (Fig. 5.21).

- Semillas endospermadas (semillas con endosperma secundario o de origen sexual): cuando las reservas son originadas por proliferación de la célula madre del endosperma, que a su vez se originó por una fecundación auxiliar de un anterozoide con el núcleo secundario del óvulo. Esta célula madre y las reservas que origina son triploides (3n). Las semillas endospermadas son características de la mayoría de las angiospermás. Fig. 5.24 A.

El endosperma tiene una función doble, la de acumular sustancias de reserva y la de apropiarse de materiales nutritivos de otras partes del óvulo cuando desarrolla en semilla cumpliendo funciones haustoriales ya que algunas de sus células se prolongan enormemente introduciéndose en diferentes partes del óvulo para absorber nutrientes.

- Semillas perispermadas (semillas con perisperma): cuando las reservas son originadas por proliferación de la nucela del óvulo. En este caso las reservas son diploides (2n). Fig. 5.23 C. Estas semillas se presentan en algunas angiospermás: cariofiláceas, quenopodiáceas, amarantáceas, etc. En algunos casos la proliferación de células para originar las reservas surge de la cálaza y las semillas se denominan calazospermadas (tienen calazosperma).
- Semillas exalbuminadas: en estas semillas las reservas son absorbidas por el embrión, las acumula en el o en los cotiledones que se tornan carnosos. Estas semillas tienen solamente embrión y tegumentos. Son propias de algunas angiospermás: leguminosas por ejemplo. Fig. 5.23 B.
- Las semillas endopermadas pueden presentar variantes según como se multipliquen las células durante su formación. Se pueden distinguir semillas con:
    - Endosperma nuclear o no celular: El núcleo de la célula madre del endosperma se divide repetidamente formando una mása plurinucleada (cenocito), sin formación de tabiques celulares, después de un tiempo más o menos largo terminan formándose las células. Es el tipo más frecuente.
    - Endosperma celular: el núcleo de la célula madre del endosperma de divide y simultáneamente se divide la célula y

así las siguientes, de manera que no hay divisiones nucleares libres, son todas células.

- Endosperma helobial: es intermedio entre los dos anteriores. La célula madre del endosperma se divide en dos células desiguales y luego, una de ellas, la mayor (calazal) se sigue dividiendo como endosperma nuclear mientras que la menor (micropilar) generalmente lo hace como endosperma celular.

Según la naturaleza química de las reservas y su consistencia, se pueden distinguir las siguientes semillas:

- Con albumen amiláceo o harinoso: las reservas son almidonosas (harina) como en la mayoría de las gramíneas. En estas semillas el estrato externo que rodea al albumen se denomina capa aleuronífera porque sus células contienen granos de aleurona que constituyen la reserva proteica en el fruto de las gramíneas. (Fig. 5.25).
- Con albumen oleaginoso o lipídico: cuando las reservas son lípidos generalmente densos y sólidos como en el ricino y papaveráceas, mezclado generalmente con granos de aleurona. Si los lípidos son líquidos a temperatura ambiente se da el albumen líquido de algunas gramíneas.
- Con albumen córneo: las paredes celulares celulósicas y hemicelulósicas del albumen están notablemente engrosadas y le otorgan una consistencia muy dura a durísima (marfiles vegetales).
- Con albumen carnoso: las reservas también son fundamentalmente celulósicas y están en las paredes celulares, pero son menos compactas que las anteriores como en liliáceas, tifáceas, pandanáceas.
- Con albumen mucilaginoso: las paredes celulares son de hemicelulosa y mucílagos, absorben el agua en gran cantidad y se hinchan formando una masa mucilaginosa, es propio de algunas leguminosas: "algarrobo europeo" (*Ceratonia siliqua*), "acacia negra", "sófora" (*Styphnolobium japonicum*).

3. Embrión: se puede considerar un eje que contiene uno o más cotiledones (4 a 18 en gimnospermás, 2 en dicotiledóneas y 1 en monocotiledóneas) insertados en el nudo cotiledonar que se ubica

aproximadamente en la parte media del eje, los cotiledones son las hojas embrionarias o embriófilos. Por encima del nudo cotiledonar se ubica el epicótilo que lleva en su extremo a la plúmula precursora del vástago o brote y por debajo del nudo se ubica el hipocótilo que lleva en su extremo a la radícula precursora de la raíz primaria.

El desarrollo del epicótilo en la semilla es muy variable, en algunos casos (arveja, maíz) la plúmula puede diferenciar uno o más primordios foliares, pero en otros casos puede constituir sólo un meristema terminal rudimentario. Del mismo modo el hipocótilo puede estar organizado y desarrollado o ser solo un cono meristemático poco diferenciado.

Las partes y las características de las semillas guardan estrecha relación con los óvulos que le dieron origen, por ejemplo, para una angiosperma se puede establecer la siguiente relación (Fig. 5.22):

Partes del óvulo	Partes de la semilla
Micrópilo	Micrópilo
Primina	Testa
Secundina	Tegmen
Nucela	Perisperma (cuando se forma)
Cálaza	Calazosperma (cuando se forma)
Saco embrionario:	
Oosfera + anterozoide	Embrión
Núcleo secundario + anterozoide	Endosperma (puede pasar al embrión)
Funículo	Hilo y rafe (cuando existe)

Germinación y tipos de germinación en las semillas

Cuando el embrión contenido en una semilla cesa su latencia, recobrando su actividad vital, se dice que la semilla germina y el proceso recibe el nombre de germinación. Comienza la germinación con la imbibición de la semilla por absorción de agua, la semilla se hincha y comienza la movilización de las reservas hacia las zonas de crecimiento del embrión: radícula y plúmula. En las semillas exalbuminadas, las reservas ya están en los cotiledones del embrión, de manera que

pasan directamente a los ápices. En las semillas albuminadas, los cotiledones son los responsables de solubilizar primero y absorber luego los nutrientes; mediante la acción de hormonas (giberelinas) se producen enzimas que degradan las reservas (almidón, aceites, proteínas, etc), las solubilizan y entonces pueden absorberlas para trasladarlas luego hacia los ápices.

Siempre el primer órgano en emerger es la radícula, que lo hace a través del micrópilo, este es el primer signo de la germinación.

De acuerdo con la forma que desarrolle ulteriormente el embrión se pueden distinguir dos tipos de germinación:

Germinación hipogea: ocurre cuando el hipocótilo permanece sin desarrollar; en este caso el o los cotiledones permanecen debajo del suelo, dentro de la semilla (o sea los cotiledones son hipogeos); en este caso la plúmula es elevada hasta emerger del suelo por el desarrollo del epicótilo, o como veremos, también puede participar un entrenudo particular propio de algunas gramíneas, el mesocótilo.

Germinación epigea: ocurre cuando el hipocótilo desarrolla elevando a los cotiledones y al resto del embrión hasta emerger (los cotiledones son epigeos); generalmente también eleva el resto de la semilla (tegumentos seminales y reservas) hasta dejarlos sobre el suelo.

Semilla de gimnospermas (Fig. 5.21)

El óvulo de las gimnospermas siempre está al descubierto por lo que se dice desnudo al no estar contenido en un ovario, por consiguiente, tampoco hay formación de fruto; tiene un solo tegumento, la primina, que deja una apertura en el extremo el micrópilo. Por el micrópilo pueden ingresar directamente los granos de polen transportados por el viento (polinización anemófila) y se alojan en un espacio hueco debajo del micrópilo denominado cámara polínica, donde pueden permanecer viables hasta un año.

Dentro de la testa y debajo de la cámara polínica, encerrado por la nucela, se encuentra el protalo o saco embrional que constituye la parta haploide (n) del óvulo, es el gametófito femenino, llamado así porque dentro de él se formarán las gametas femeninas (oosferas). Para ello, hacia la cámara polínica y dentro del protalo, se diferencian varias estructuras pluricelulares con forma de botella, llamadas arquegonios,

cada uno de los cuales contiene una oosfera. Como existen varias gametas femeninas, se puede fecundar más de una originando varios cigotos que potencialmente pueden originar varios embriones, fenómeno denominado poliembrionía (poliembrionía polizigótica).

Cuando las oosferas están receptivas, el o los granos de polen germinan y forman un corto tubo polínico que transporta al anterozoide (gámeta masculina) hasta un arquegonio, se produce entonces la unión de ambas gametas (fecundación) para originar un cigoto. Por ser la única unión posible (oosfera + anterozoide), se dice que las gimnospermas presentan fecundación simple.

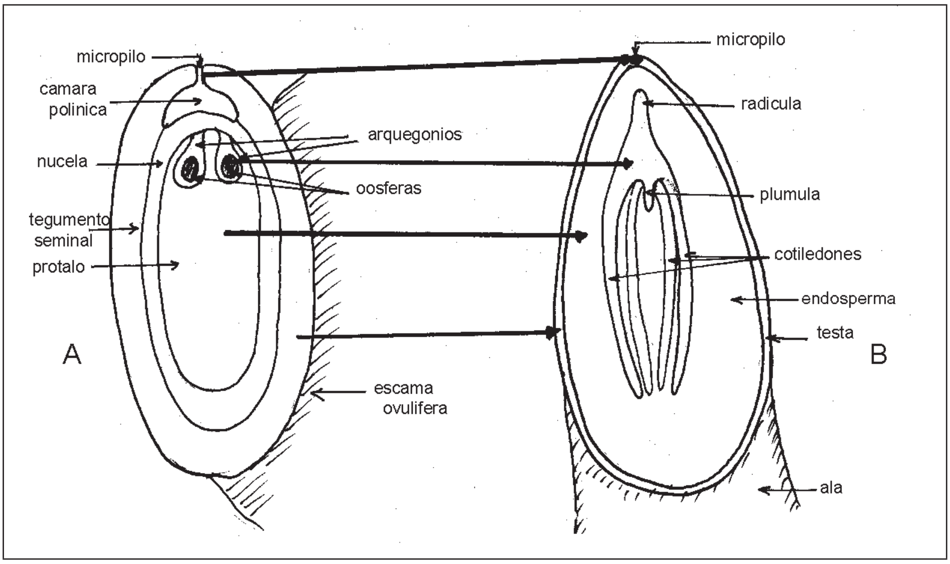


Fig. 5.21: Óvulo y origen de la semilla en gimnospermás.
A: Óvulo. B: Semilla. Las flechas relacionan las partes del óvulo con las partes de la semilla.

El cigoto origina posteriormente al embrión en un proceso denominado embriogénesis. Para ello el cigoto se divide originando cuatro células que migran hacia el extremo opuesto al micrópilo del óvulo, denominado extremo calazal, allí estas cuatro células vuelven a dividirse formando cuatro grupos de células superpuestas en cuatro planos; las cuatro células más cercanas al micrópilo terminan destruyéndose; las cuatro siguientes constituyen la roseta; las cuatro que siguen constituyen el suspensor, estas cuatro células del suspensor se alargan mucho apoyándose en la roseta e introducen a las últimas cuatro células denominadas células basales muy dentro de los tejidos

del protalo; finalmente cada una de las células basales pueden formar un embrión (poliembrionía monocigótica).Como existen dos procesos de poliembrionía, se pueden formar varios embriones en cada óvulo, sin embargo en una semilla madura generalmente persiste un solo embrión.

Una semilla de pino ya madura tiene un solo tegumento la testa, que encierra al albumen o tejido nutricio y dentro de éste se ubica el embrión.

La testa es originada por la primina del óvulo, es muy dura y en el caso del pino de Alepo presenta una expansión en forma de ala que sirve para la dispersión de la semilla (dispersión anemócora). En el extremo opuesto al ala se ubica un poro, el micrópilo, que es el mismo que existía en el óvulo y cerca de este el hilo que es una cicatriz que queda en la semilla al romperse el cordón, denominado funículo, que unía el óvulo a la escama ovulífera.

El albumen es originado por el protalo, por lo tanto es haploide y de origen materno (endosperma primario), por esta razón las semillas se llaman protaladas.

El embrión consta de 4 a 18 cotiledones que se ubican en el nudo cotiledonar. Bajo el nudo cotiledonar y orientado hacia el micrópilo se ubica el hipocótilo en cuyo extremo lleva la radícula y por encima del nudo cotiledonar y orientado hacia el polo cálazal se ubica el epicótilo en cuyo extremo lleva la plúmula.

Semilla de angiospermás (Fig. 5.22)

En las angiospermás el o los óvulos están encerrados en el ovario, de manera que al desarrollar en semillas, el ovario se transforma en fruto conteniendo la o las semillas.

Un óvulo de angiospermás casi siempre desarrolla dos tegumentos, uno exterior denominado primina y otro más interno, la secundina, que en la semilla pueden diferenciarse en testa y tegmen respectivamente que en conjunto constituyen el episperma con desarrollo muy variable. También aquí los tegumentos dejan un poro, el micrópilo, pero sin dejar cámara polínica, ya que el polen queda fuera del ovario, sobre el estigma y sólo llega al óvulo mediante un tubo polínico más o menos largo por donde desplazan dos anterozoides (gametas masculinas). Dentro de los tegumentos del óvulo y rodeado por la nucela se ubica el saco embrional que posee 8 células o núcleos haploides

(es el gametófito femenino): tres ubicadas hacia el micrópilo, son dos sinérgidas y la oosfera; dos en el centro, son los núcleos polares que fusionan luego para originar un núcleo diploide denominado núcleo secundario; y finalmente tres ubicadas hacia la cálaza denominadas antípodas.

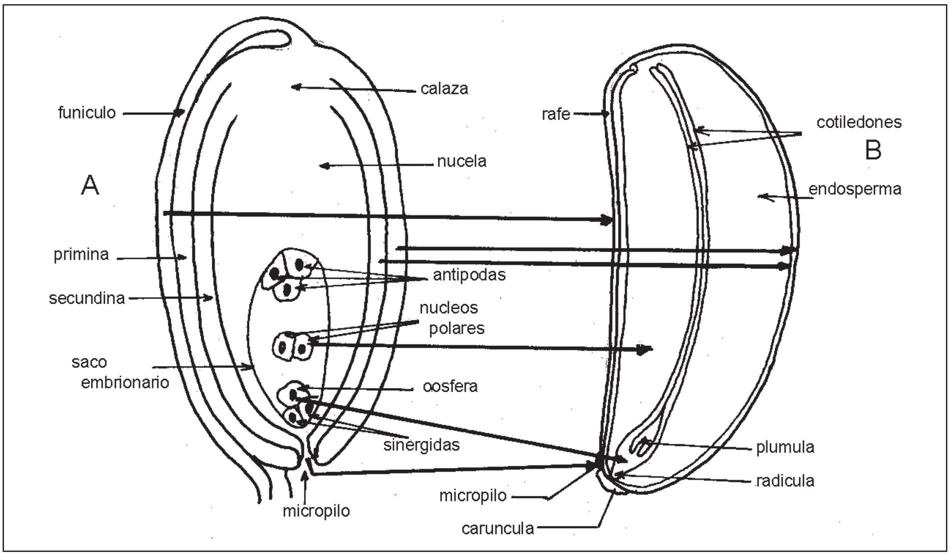


Fig. 5.22: Óvulo y origen de la semilla en angiospermás (óvulo anátropo y semilla endospermada de ricino).
A: Óvulo. B: Semilla. Las flechas relacionan las partes del óvulo con las partes de la semilla.

En las angiospermas la fecundación es doble: un anterozoide fecunda la oosfera para formar el cigoto que posteriormente desarrolla en embrión y el segundo anterozoide fecunda al núcleo secundario para formar una célula triploide (3n) denominada célula madre del endosperma que desarrollará en endosperma de la semilla. Este endosperma, que es de origen sexual (endosperma secundario), originalmente triploide, puede variar posteriormente en su ploidía o puede ser consumido por el embrión en su desarrollo en forma parcial o en forma total, este es el caso de las semillas exalbuminadas.

Existen variantes en el desarrollo del episperma, del endosperma y del embrión entre las semillas de las dicotiledóneas y las monocotiledóneas:

1. Semilla de dicotiledóneas (Fig. 5.23)

Este grupo de plantas se denomina así porque el embrión presenta dos cotiledones; esos cotiledones se ubican en el nudo cotiledonar y sobre el eje embrional en forma opuesta, de manera que el embrión es inicialmente simétrico (Fig. 5.23 A y 5.23 B), aunque ulteriormente la simetría se puede perder con el desarrollo del embrión (Fig. 5.23 C).

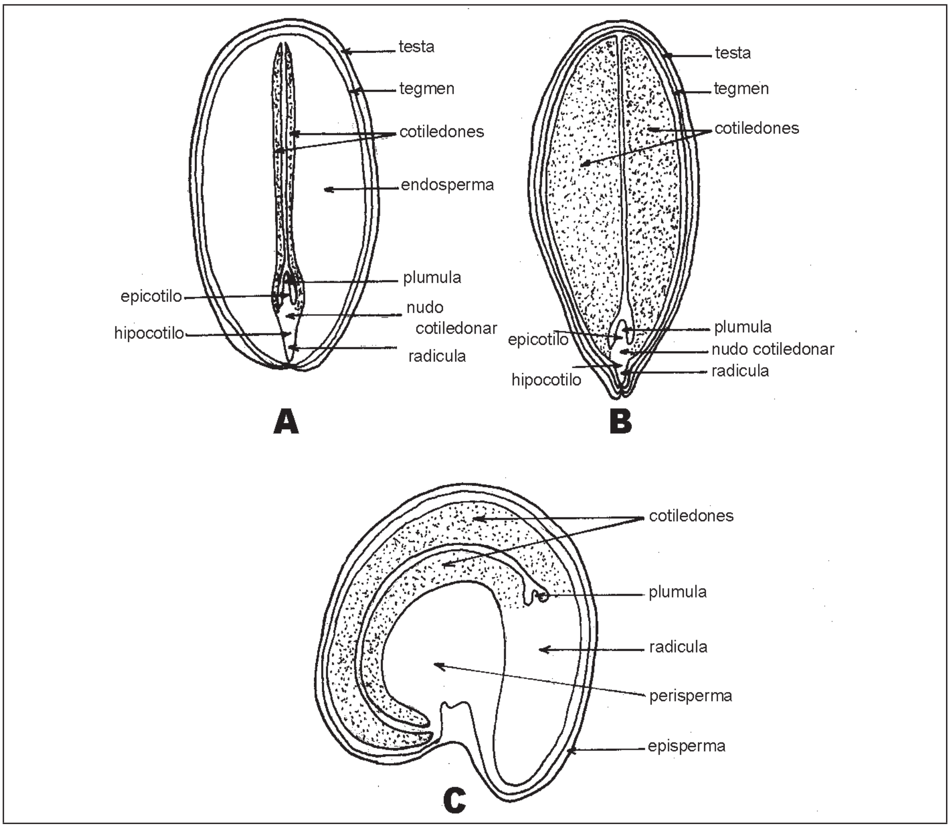


Fig. 5.23: Semillas de dicotiledóneas esquematizadas.
A. Semilla endospermada: Las reservas (endosperma se ubican fuera del embrión,
B. Semilla exalbuminada: Las reservas se ubican en los cotiledones del embrión.,
C.Semilla perispermada: Las reservas se ubican fuera del embrión pero no se originan por una doble fecundación.

Los cotiledones casi siempre son dos, iguales entre sí y encierran o envuelven el epicótilo que, de esta manera queda protegido; pueden ser ligeramente diferentes entre si (malváceas), pueden soldarse en un solo cuerpo como en el “castaño de las indias” (*Aesculus hippocastanum*) o se pueden atrofiar como en “cuscuta” (*Cuscuta* sp.).

De acuerdo con el desarrollo y ubicación de las reservas las semillas de dicotiledóneas pueden ser: endospermadas como en el “ricino” y muchas dicotiledóneas, pueden ser perispermadas como en quenopodiáceas, amarantáceas, etc. o pueden ser exalbuminadas como en los “porotos” (*Phaseolus* sp.) y mayoría de las leguminosas. Muchas veces existen tipos intermedios, por ejemplo, semillas con cotiledones gruesos (semillas exalbuminadas) pero con un estrato exterior de reservas proteicas (o sea que existe un poco de albumen denominado estrato proteico) como ocurre en muchas crucíferas, boragináceas, labiadas, compuestas, etc.; en otros casos las semillas pueden presentar endosperma y perisperma (piperáceas).

2. Semilla de monocotiledóneas (Fig. 5.24)

Este grupo de plantas se denomina así porque el embrión presenta un solo cotiledón que se ubica a un costado del eje embrional, sobre el nudo cotiledonar, de manera que el embrión es asimétrico.

En las monocotiledóneas el embrión suele ocupar una zona apical en la semilla y a veces, puede verse desde el exterior, por ejemplo en las gramíneas se puede apreciar desde el exterior del fruto y esa zona recibe el nombre de escudete.

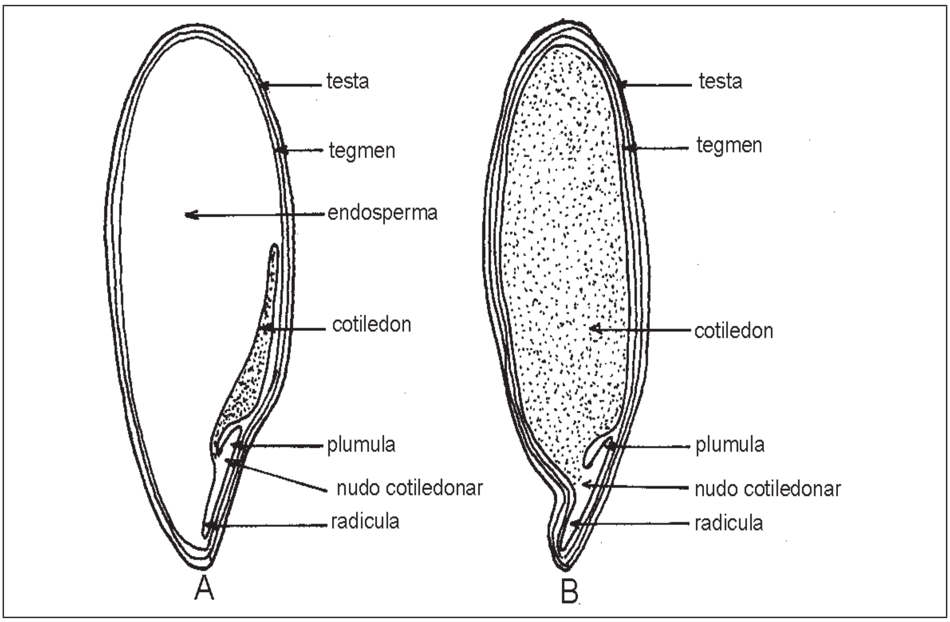


Fig. 5.24: Semillas de monocotiledoneas esquematizadas.
A: Semilla endospermada. B: Semilla exalbuminada

En las gramíneas el embrión es particular: presenta un cotiledón denominado escutelo, en contacto con el endosperma que es muy grande respecto del resto del embrión; el escutelo se ubica en el nudo cotiledonar también llamado nudo escutelar. En el lado opuesto y sobre el mismo nudo, algunas gramíneas, trigo, arroz, etc., presentan el epiblasto, es una expansión muy pequeña que puede ser considerado como vestigios de un segundo cotiledón (existen otras interpretaciones). Por debajo del nudo cotiledonar en el extremo del hipocótilo se ubica la radícula protegida por un estuche o dedal denominado coleorriza. Por encima del nudo cotiledonar en el extremo del epicótilo se ubica la plúmula protegida por un estuche o dedal protector denominado coleóptilo; el coleóptilo nace en un nudo del epicótilo denominado nudo coleoptilar. El embrión de algunas gramíneas, maíz, avena, etc, desarrolla un entrenudo ubicado entre el nudo cotiledonar y el nudo coleoptilar, sería el primer entrenudo de la plántula y se denomina mesocótilo.

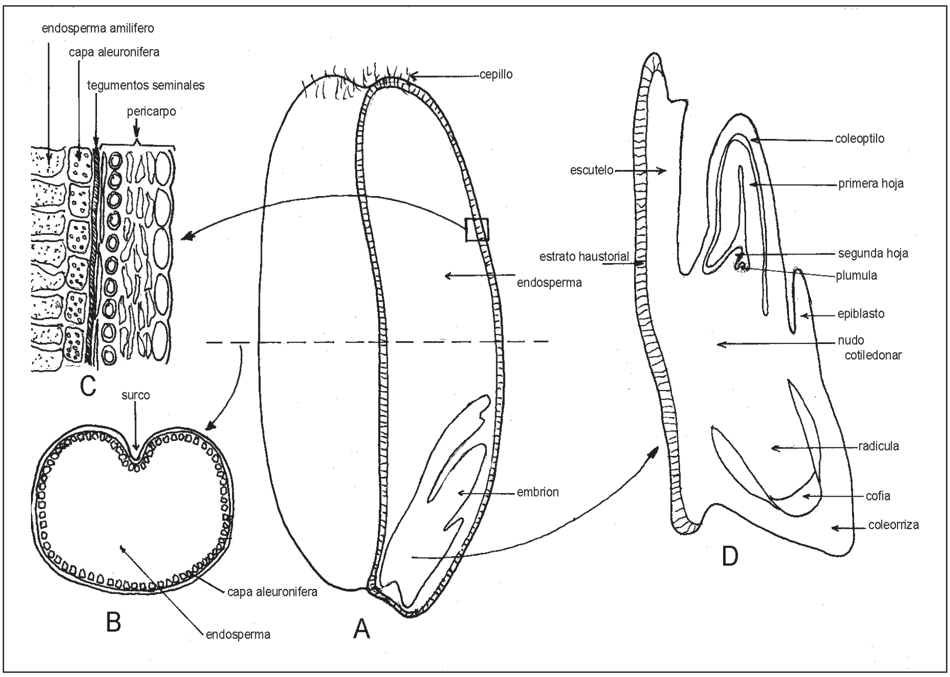


Fig. 5.25: Cariopsis de trigo.
A: Corte longitudinal a lo largo del surco. B: corte transversal. C: Detalle del sector recuadrado. D: Detalle del embrión.

Las semillas de las monocotiledóneas son mayoritariamente endospermadas como en las gramíneas (Fig. 5.24 y Fig. 5.25), pero pueden ser perispermadas (Fig. 5.25 B) y aún calazospermadas. En pocos casos no se forman reservas (orquídeas) o las reservas son absorbidas por el embrión (semillas exalbuminadas).

Los tegumentos seminales como en todas las angiospermas originalmente son dos, aunque en el desarrollo de la semilla pueden ser muy modificados, incluso hasta casi desaparecer es el caso de las gramíneas, donde la protección la realiza el pericarpo (fruto). Pocas veces la testa se vuelve carnosa (sarcotesta) y sirve para la dispersión zoócora (aráceas)

Plántulas

Una plántula es el embrión ya desarrollado como consecuencia de la germinación, o sea, es una plantita recién nacida donde aún se distinguen algunas partes de la semilla como los cotiledones y donde ya se forman la o las primeras hojas denominadas protófilos u hojas primordiales o primarias y que, casi siempre, son diferentes a las hojas normales (nomófilos) de la planta adulta, existiendo una transición entre ambas.

En una plántula generalmente se pueden distinguir las siguientes partes: (Fig. 5.26)

- Raíz: se puede diferenciar tempranamente el sistema alorrítico (generalmente una sola raíz de diferente calibre) del sistema homorrítico (varias raíces del mismo calibre).
- Cuello: es la zona de nexo entre raíz y el tallo no siempre bien definida.
- Hipocótilo: es el primer entrenudo del tallo y constituye la zona que eleva los cotiledones cuando desarrolla.
- Cotiledones: la o las primeras hojas de una planta que se ubican sobre el nudo cotiledonar, son uno, dos o varios según los grupos como ya vimos.
- Epicótilo: es el segundo entrenudo de la planta, ubicado inmediatamente por encima del nudo cotiledonar; es una zona de desarrollo variable que contiene la plúmula en su extremo, responsable de originar el tallo y las primeras hojas denominadas protófilos.

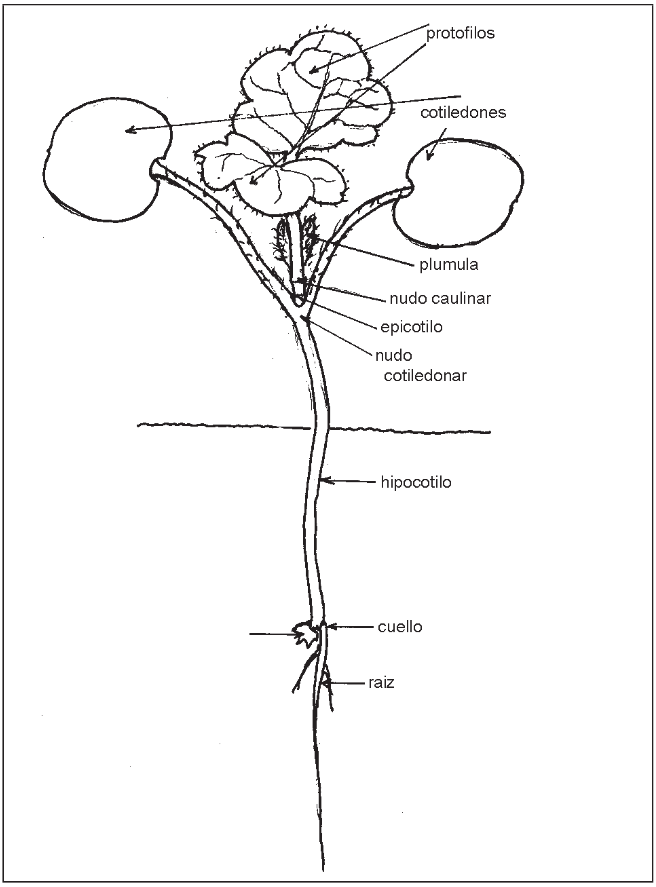


Fig. 5.26: Plántula de ortiga mansa (*Lamium amplexicaule*)

Las plántulas son diferentes según los grupos de plantas que hemos analizado:

- Germinación y plántulas de gimnospermas (Fig. 5.27)

Se toma como ejemplo el pino de Alepo. El primer órgano en aparecer es la radícula, que origina una raíz que perdura durante toda la vida de la planta; cuando adulto el sistema radical es alorrítico. La germinación es epígea, o sea que desarrolla el hipocótilo elevando a los cotiledones encerrados aún dentro de la testa absorbiendo los nutrientes del endosperma; una vez que emergen los cotiledones se desprenden de los restos seminales, se despliegan, son verdes y lineares y comienzan a realizar fotosíntesis. De esta manera la plántula comienza su vida independiente. En una etapa posterior el epicótilo comienza su crecimiento para originar el vástago.

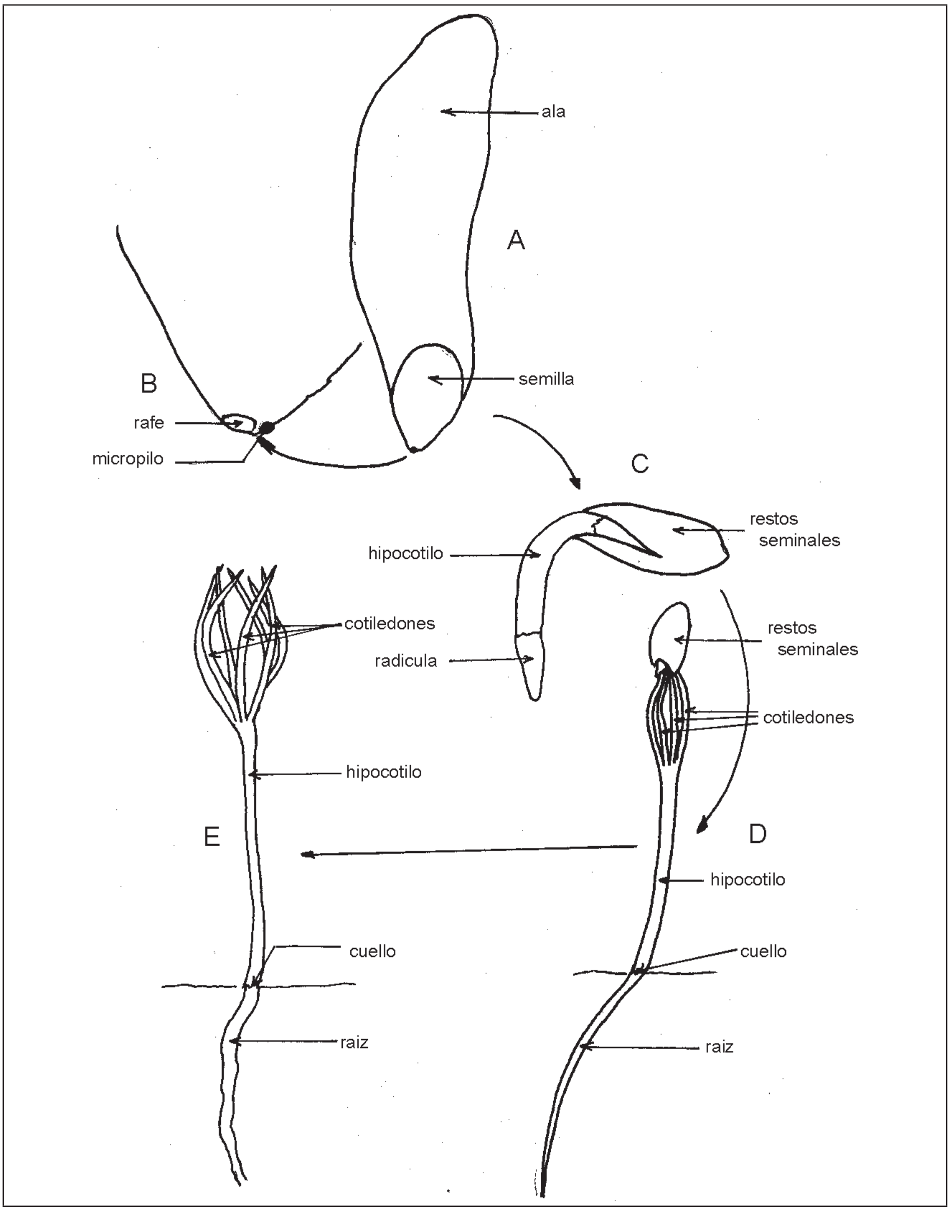


Fig. 5.27: Germinación y plántula de una gimnosperma: Pino de alepo (Pinus halepensis)
A: Semilla. B: Detalle del extremo apical de la semilla. C: Comienzo de la germinación. D: Etapa intermedia. E: Plántula.

- Germinación y plántulas de dicotiledóneas:

De acuerdo con el tipo de germinación se dan dos casos:

1. Dicotiledóneas de germinación epigea (Fig. 5.28)

La mayoría de las dicotiledóneas presentan germinación epigea, ya que se da un crecimiento del hipocótilo que eleva los dos cotiledones sobre la superficie del suelo, generalmente aún dentro de los tegumentos seminales. Posteriormente la plántula se desprende de los restos seminales y comienza la vida independiente ya que los cotiledones se tornan verdes. En una etapa posterior desarrolla la plúmula originando el vástago.

La radícula origina una raíz funcional durante toda la vida de la planta; a veces ésta es la única raíz que forma la planta (alfalfa), en otras se pueden formar raíces adventicias de los nudos basales del tallo. En ambos casos todo el sistema radical es alorrítico como en las gimnospermás.

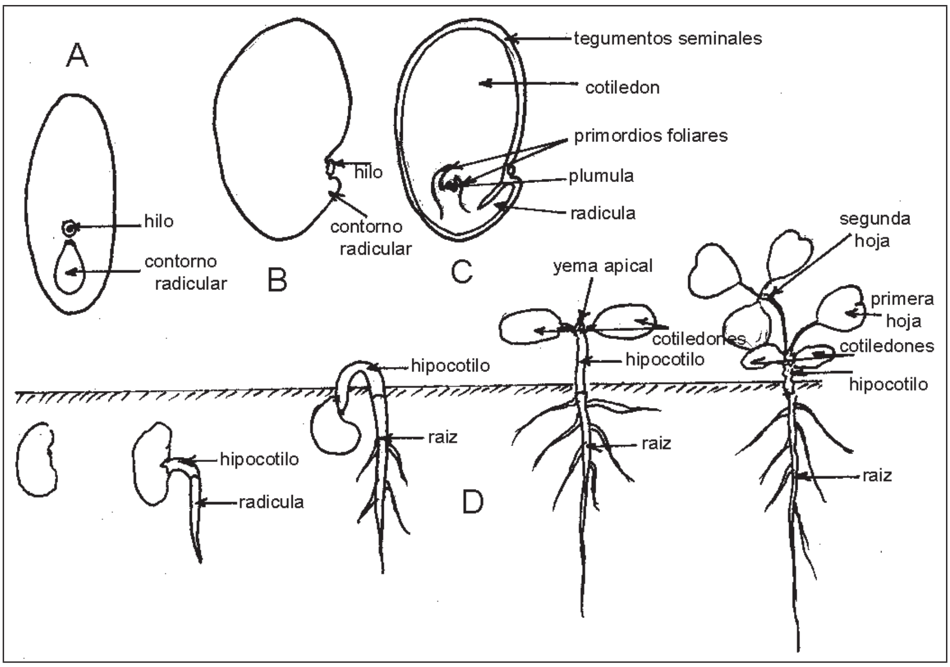


Fig. 5.28. Germinación epigea de una dicotiledónea en alfalfa *Medicago sativa*. A: Semilla en vista ventral. B: Semilla en vista lateral. C: Corte longitudinal de la semilla. D: Etapas de la germinación

La duración de los cotiledones es muy variable, desde pocos días (cotiledones efímeros), hasta varios días (cotiledones persistentes). Por excepción, pueden durar toda la vida de la planta.

El hipocótilo una vez desarrollado puede llegar a contraerse y engrosarse (junto con la parte superior de la raíz) formando una

estructura resistente que ancla a la planta al suelo (alfalfa), o sea que los cotiledones inicialmente se elevan sobre el suelo para luego acercarse nuevamente a su superficie; en otros casos puede engrosarse por el acúmulo de sustancias de reserva (rabanito *Raphanus sativus*)

El hábito o sea la forma de crecimiento de una plántula y posteriormente del estado vegetativo de una planta depende del crecimiento que alcanza el epicótilo, del crecimiento de los entrenudos superiores al epicótilo y del desarrollo de las yemas axilares basales para formar ramificaciones. Se pueden distinguir los siguientes hábitos:

- Plantas en roseta (rosuladas o en roseta basal): en estas plantas el epicótilo no desarrolla, tampoco lo hacen los entrenudos siguientes, ni las yemas basales forman ramificaciones, de manera que los nudos basales del tallo permanecen muy juntos y las hojas forman una especie de roseta sobre el suelo. Este hábito es frecuente en especies invernales. Al llegar la época de floración desarrollan los entrenudos superiores a la roseta para formar el tallo florífero. Este hábito es muy frecuente en las crucíferas, compuestas de invierno, geraniáceas, umbelíferas, boragináceas, etc.
- Plantas erectas: en estas plantas el epicótilo y los nudos siguientes alcanzan un desarrollo variable, los nudos y por consiguiente las hojas se distancian entre sí. Las yemás basales y medias pueden desarrollar dando ramificaciones (compuestas de verano, solanáceas, muchas leguminosas, etc.).
- Plantas rastreras: en estas plantas el epicótilo y los entrenudos siguientes desarrollan muy poco, pero fundamentalmente desarrollan las yemás basales (incluso las yemás cotiledonares) dando ramificaciones que originan tallos rastreros (plagiótropos)

2. Dicotiledóneas de germinación hipogea: Fig. 5.29.

Ocurre en algunos pocos casos: vicias (*Vicia* sp.), algunos porotos, “roble” (*Quercus robur*), “arveja” (*Pisum sativum*).

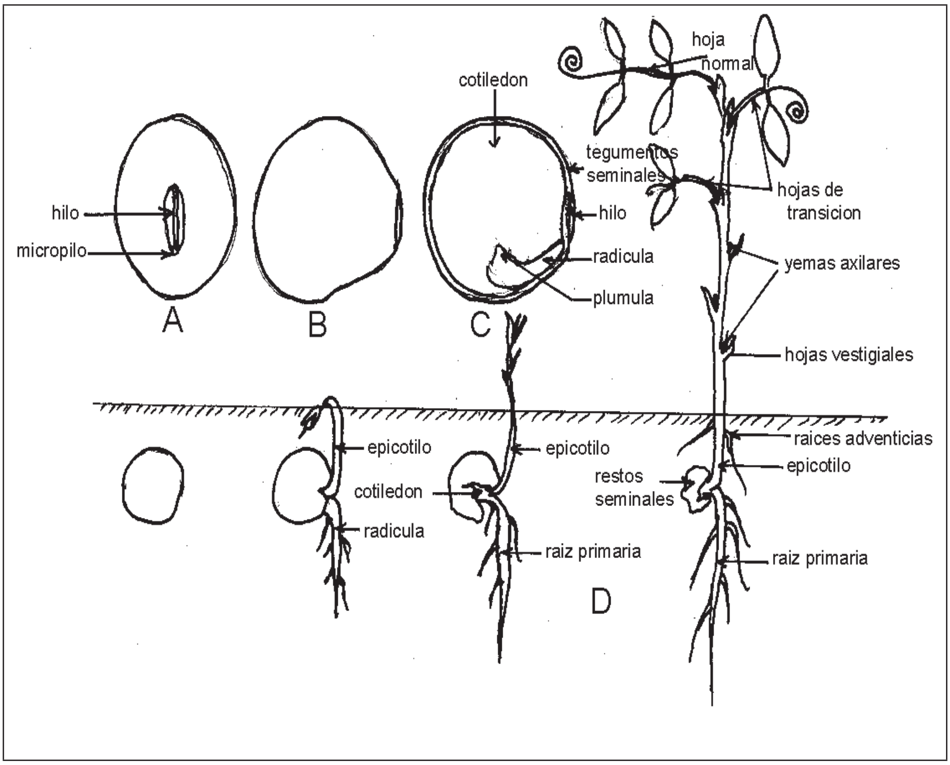


Fig. 5.29: Germinación hipogea de una dicotiledonea en vicia Vicia villosa
A: Semilla en vista ventral. B: Semilla en vista lateral. C: Corte longitudinal de la semilla. D: Etapas de la germinación.

Aquí el hipocótilo no desarrolla, de manera que los cotiledones permanecen debajo del suelo, dentro de los tegumentos seminales. El epicótilo desarrolla elevando la plúmula de manera que emerge el tallo llevando protófilos, muchas veces con hojas vestigiales. El hábito de estas dicotiledóneas generalmente es erecto.

El esquema de la Fig. 5.30 analiza comparativamente la germinación epigea y la hipogea:

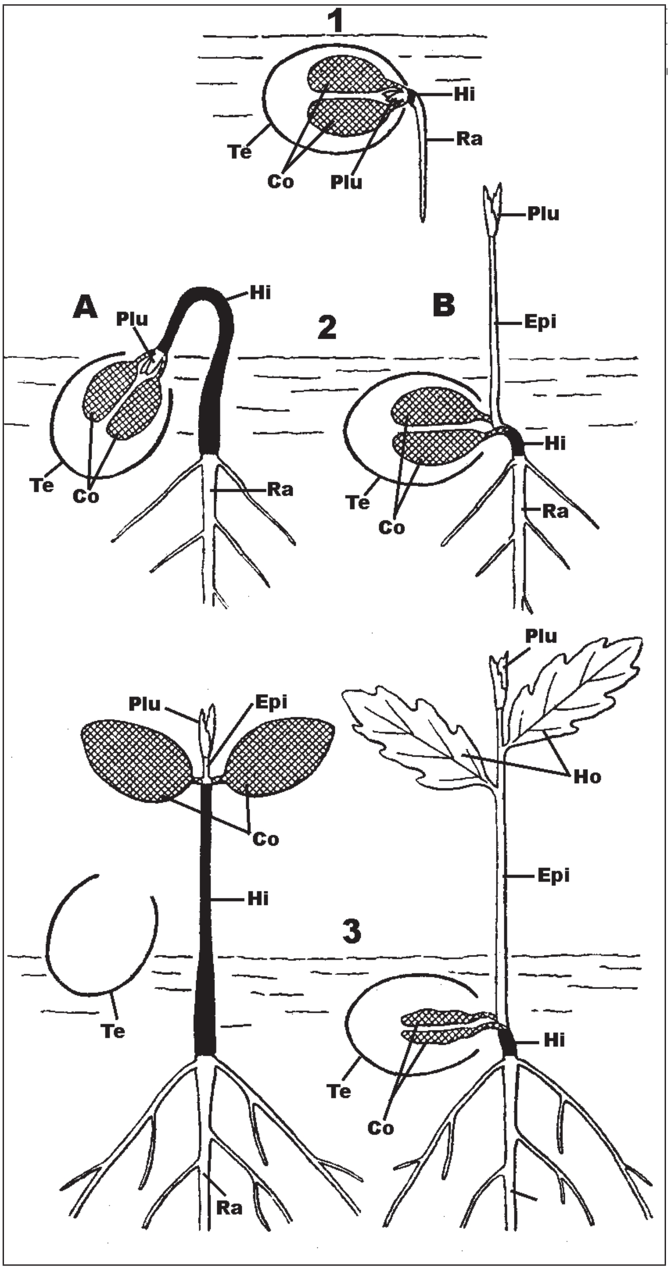


Fig. 5.30: Esquema comparativo de una germinación epigea (a) e hipogea (b) en una dicotiledónea en tres etapas (1-3). Co: Cotiledones, Epi: Epicótilo, Hi: Hipocótilo, Ho: Hojas, Plu: Plúmula, Ra: Raíz, Te: Tegumentos seminales. Adaptado de Stocker 1959.

Las características morfológicas de los cotiledones (forma general, nervadura, pilosidad, tamaño, duración, etc), de los protófilos, del hipocótilo y del hábito son utilizadas para la determinación de las especies en estado de plántula.

Germinación y plántulas de monocotiledóneas:

También aquí, de acuerdo con el tipo de germinación se dan dos casos:

1. Monocotiledóneas con germinación hipogea (Fig. 5.31)

Se analizará aquí la germinación y desarrollo de una plántula de gramíneas por ser las de mayor importancia agronómica, para analizar luego brevemente otras monocotiledóneas.

En las gramíneas la germinación es hipogea; el único cotiledón denominado escutelo permanece dentro del fruto (el fruto contiene una sola semilla y se denomina cariopsis) y presenta en toda la zona adyacente al endosperma una capa de naturaleza haustorial, alguna de sus células se alargan y penetran en el endosperma disolviédolo mediante enzimás, para poder luego absorberlo.

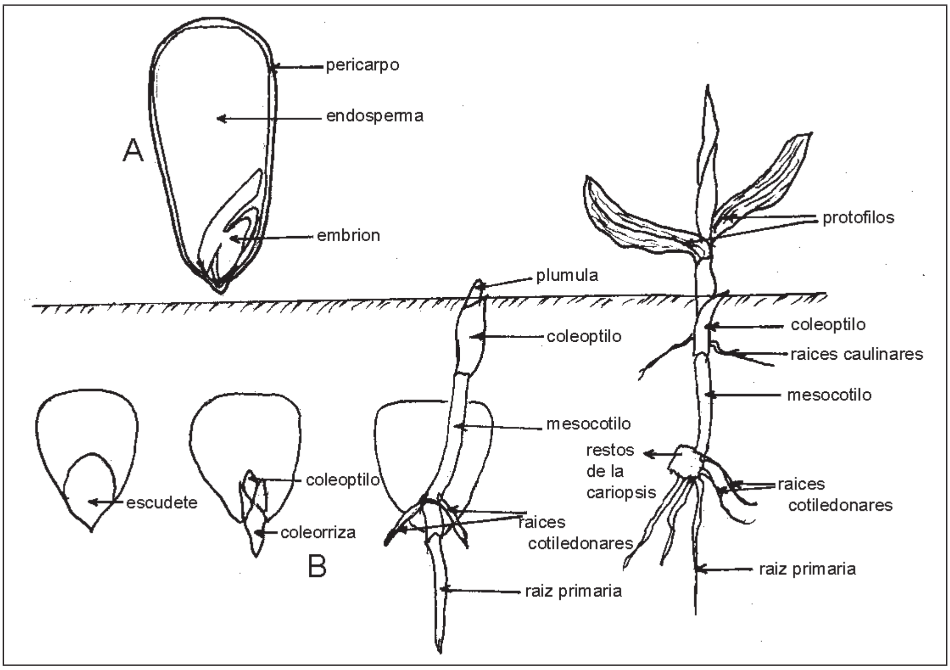


Fig. 5.31: Germinación hipogea de una monocotiledonea en maiz (Zea mays) a: corte longitudinal de una cariopsis. b: etapas de la germinación.

La radícula, envuelta inicialmente por la coleorriza, emerge y origina una raíz (raíz primaria o radicular) que tiene duración variable, pero que generalmente es poco funcional y es reemplazada por un sistema de raíces que pueden originarse en diferentes sitios del embrión

(raíces embrionarias) o de los nudos basales del tallo (raíces caulinares) formando un sistema de raíces semejantes (sistema homorrítico) que reemplaza a la raíz primaria y es de origen adventicio. Las raíces adventicias pueden nacer del nudo cotiledonar, del nudo coleoptilar y aún del mesocótilo.

Entretanto la plúmula crece encerrada por el coleoptilo hasta llegar a la superficie del suelo, allí el coleoptilo detiene su crecimiento y es perforado por la plúmula que emerge y origina la primera hoja y luego las siguientes.

En las especies de gramíneas (avena, maíz) que presentan mesocótilo, éste desarrolla y se alarga mucho ayudando de esta manera a la plúmula en su emergencia. En estas especies la profundidad de siembra puede ser mayor que en las que carecen de mesocótilo, circunstancia que puede ser aprovechada para ubicar la "semilla" (el fruto en realidad) más profundamente buscando mayor humedad en el suelo

La primera hoja puede ser vertical y muy larga en las gramíneas invernales y más o menos horizontal y muy corta en las estivales (con muchas variaciones).

La naturaleza del mesocótilo, del coleoptilo y del epiblasto por su origen es poco conocida y por consiguiente muy discutida.

En las demás monocotiledóneas el sistema radical es similar al de las gramíneas, es decir, es un sistema homorrítico y básicamente adventicio.

2. Monocotiledóneas con germinación epigea (Fig. 5.32)

En las semillas exalbuminadas de monocotiledóneas la germinación siempre es epigea (alismatáceas), el cotiledón es carnoso, envuelve a la primera hoja y emerge con ella.

En cambio cuando las semillas son albuminadas la germinación puede ser hipogea como ya vimos en las gramíneas o puede ser epigea, en este caso la semilla es elevada sobre la superficie del suelo por el cotiledón que forma un codo y parte del mismo queda dentro de la semilla (la parte haustorial) absorbiendo las sustancias de reserva (tifáceas, liliáceas, agaváceas, etc.).

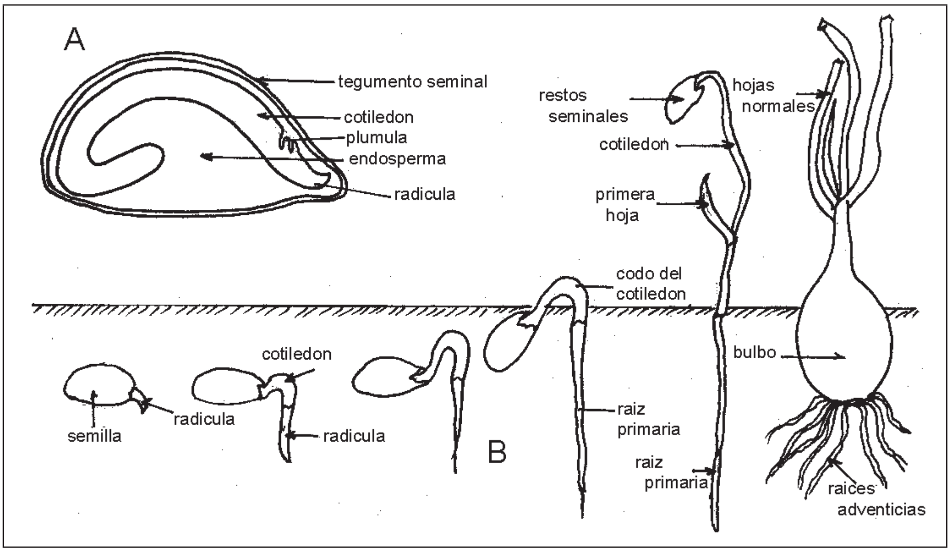


Fig. 5.32: Germinación epigea en una monocotiledónea en cebolla (Allium cepa) A: Corte longitudinal de la semilla. B: Etapas de la germinación.

Nociones de biología floral

Concepto

Se entiende por biología floral al estudio de los procesos que ocurren durante la floración y particularmente en la polinización. Cuando una planta va a florecer se produce una serie de cambios morfológicos que culminan con la **antésis** o apertura floral para la polinización. Los cambios ocurren en respuesta a estímulos ambientales en una etapa que se denomina **inducción a la floración** y consisten básicamente en la transformación del ápice caulinar que pasa de **vegetativo** a **reproductivo**, es decir, deja de producir hojas para formar flores. En efecto, el ápice vegetativo que es pequeño y de estructura simple (túnica-corpus) se transforma por mitosis en un ápice grande, cónico y complejo con gran desarrollo de yemas laterales que se transformarán en flores, si la planta presenta una inflorescencia. Simultáneamente se produce una elongación de los entrenudos debajo del ápice de manera que las flores en formación quedan elevadas y más expuestas. Esto es particularmente visible en el "diente de león", *Taraxacum officinale* donde el último entrenudo se alarga y forma un escapo hueco que lleva al capítulo con sus flores en el extremo y lo eleva sobre el follaje para exponerlo a los polinizadores.

En las plantas anuales y en unas pocas perennes (monocárpicas) estos cambios ocurren al finalizar el ciclo vital (luego la planta muere); en

cambio en la mayoría de las plantas perennes, la floración significa el fin de un ciclo anual.

Inducción a la floración

La floración está condicionada por factores internos como el patrimonio genético, los estados nutritivos, el balance hormonal y la edad de las plantas, pero la inducción a la floración generalmente esta bajo estrictos controles ambientales, influyendo particularmente la luz y las temperaturas y en menor mediada a la humedad relativa del ambiente y al suelo.

Partiendo de un genotipo determinado y de una edad adecuada, dos factores ambientales son básicamente los inductores de la floración: el fotoperíodo y las bajas temperaturas.

Fotoperíodo: por fotoperíodo se entiende a la duración de las horas de luz en un ciclo de 24 horas. Varía según la latitud (cuanto mayor es la latitud, mayor es la fluctuación del fotoperíodo) y la época del año. La duración relativa del día y la noche influye en numerosos aspectos del desarrollo de una planta como los períodos de actividad y de reposo, la caída de las hojas, la formación de órganos de reserva y fundamentalmente en la inducción a la floración. En respuesta al fotoperíodo existen tres tipos de plantas:

1. **Plantas de día corto o microhémeras**: cuyo fotoperíodo requiere no superar un máximo crítico de horas de luz propio de cada especie, por encima del cual no florecerán. En realidad interesa la oscuridad, en general requieren 10 horas o más de oscuridad para florecer. En general son plantas de floración otoñal como la soja, el mijo, el arroz y los crisantemos.
2. **Plantas de día largo o macrohémeras**: cuyo fotoperíodo requiere superar un valor crítico de horas de luz propio de cada especie. Casi siempre requieren no superar las 10 horas de oscuridad para florecer. En general son plantas de floración primaveral como la avena, el trigo, el centeno, la cebada, la avena y la vicia.
3. **Plantas neutras al fotoperíodo**: no responden al fotoperíodo. Como ejemplo el diente de león, el pepino, el capiquí, *Stellaria media*.

Bajas temperaturas: muchas plantas requieren ser sometidas a bajas temperaturas (generalmente menos de 7º C pero sin necesidad de llegar a 0ºC, excepto para algunas especies de alta montaña) durante su período vegetativo para llegar a florecer adecuadamente, este proceso recibe el nombre de **vernalización.** En general se trata de especies propias de climas templados y templado-fríos. Es decir, deben recibir una cantidad

de horas de temperaturas inferiores a 7º C (aunque esto es variable según la especie) en estado de actividad vegetativa (no pueden ser semillas en repos, por ejemplo, pero sí semillas germinadas y plántulas). En esos climas, esas horas de bajas temperaturas se superan durante el invierno; pero si trasladamos esas plantas a climas más cálidos, puede ocurrir que las horas de frío no se alcancen y existan problemas con la floración. En algunas plantas este requerimiento de frío es **absoluto**, es decir, si no lo reciben no florecen; en otras es **facultativo** porque si lo reciben florecen antes pero si no lo reciben terminan floreciendo aunque más tarde, esto ocurre en el trigo, centeno, avena y cebada entre los cereales.

Además de la inducción a la floración, la luz, las temperaturas y las condiciones edáficas y nutricionales de la planta influyen en otros aspectos de la floración, particularmente en la apertura y cierre de las flores y en la cantidad de flores por planta (intensidad de floración).

En efecto, la luz juega un papel fundamental en el momento del día en que se abren las flores, la mayoría de las plantas son de **floración diurna** ya que sus flores se abren poco después de la salida del sol y cierran al atardecer, naturalmente los polinizadores son de actividad diurna; pero existe un grupo de plantas de **floración nocturna** que se abren al atardecer y permanecen abiertas durante la noche con polinizadores de actividad nocturna.

De igual manera, las temperaturas suelen ser determinantes en la apertura de las flores, en especial, en las especies de floración diurna, que no abren sus flores hasta que la temperatura del ambiente no llega a un valor determinado. Los días fríos y húmedos son poco favorables para la floración.

Preantesis

Son los procesos que preceden a la apertura floral una vez que el ápice pasó de vegetativo a reproductivo. Como ya se señaló se produce un alargamiento de los pedicelos florales o pedúnculos de la inflorescencias al mismo tiempo que el botón o yema floral se hincha. Este es el mejor momento para analizar la distribución de las piezas florales en la yema, particularmente la prefloración.

Antesis

Es la apertura floral que ocurre por un despliegue de sépalos, pétalos y estambres que de esta manera quedan expuestos a la acción de los agentes polinizadores. Esta apertura floral puede ocurrir una sola vez en

cada flor (manteniéndose la flor abierta desde unas pocas horas hasta varios días), o puede ser que la flor se abra y cierre diariamente durante algunos días

Se llama **período de floración** al lapso de tiempo en que una especie produce flores. Ese período es característico para cada especie en cada región, tanto en la época del año como en su duración. Conocer ese período para las especies melíferas es muy importante para el manejo del apiario.

Cleistogamia y chasmogamia

La antesis casi siempre es fundamental para que se produzca la polinización, sin embargo existe un grupo de plantas en las cuales la polinización y fecundación posterior se efectúa sin apertura floral, son las flores **cleistógamas** y el proceso recibe el nombre de **cleistogamia** donde la autofecundación es obligada; en el caso contrario, o sea las flores con antesis, se denominan flores **casmógamas** o **chasmógamas** y el proceso se denomina **casmogamia** o **chasmogamia** y el resultado puede ser una autofecundación o una fecundación cruzada. La cleistogamia puede ser obligada o facultativa, es obligada cuando la planta solo produce flores cleistógamas y es facultativa cuando produce flores cleistógamas y también flores chasmógamas, por ejemplo el "pasto puna", *Amelichloa brachychaeta* produce flores cleistógamas en la base de sus macollas y flores chasmógamás en la inflorescencia común. Las flores cleistógamas se pueden reconocer porque generalmente son más pequeñas y menos atractivas que las casmógamas o porque quedan encerradas por estructuras especiales como la hoja bandera o las glumas o glumelas en las gramíneas.

Plantas monocárpicas y policárpicas

Existen plantas que florecen una sola vez en su vida, por un período más o menos amplio, denominado período de floración, son todas las plantas anuales, las bienales y unas pocas perennes como la "pita", *Agave americana*, los bambúes, *Bambusa* ssp, la caña colihue, *Chusquea culeou*, etc; estas plantas se denominan **monocárpicas**. En las plantas perennes sin embargo, lo corriente es que florezcan todos los años (en muchos árboles después de pasado el período juvenil), son las plantas **policárpicas**.

Polinización

Concepto

Es el transporte del grano de polen desde la antera en que se ha formado hasta el estigma de la misma flor o de otra flor en las angiospermas, o hasta la cámara polínica en las gimnospermas. La polinización ocurre con la flor en antesis y en ese traslado participan agentes polinizadores como se verá más adelante. En las flores cleistógamas es frecuente que no exista traslado del polen, ya que el estigma se pone en contacto directo con la antera.

La polinización es trascendente para la planta, no solo como precursora de la fecundación y la formación de las semillas, sino también porque estimula al ovario a continuar su desarrollo para formar el fruto.

En la polinización tiene importancia la estructura floral, la presencia o no de nectarios, la disposición de las flores en la planta, el tiempo de maduración del grano de polen y el óvulo, el origen del polen (si es de la misma flor, de otra flor de la misma planta o de flores de otra planta) y la sexualidad de la flor.

Análisis de la disposición de las flores: unidad de polinización

Cada especie adopta una estrategia para exponer las flores a los agentes polinizadores. En los casos en que las flores se disponen en forma aislada o en inflorescencias laxas, cada flor actúa como unidad de polinización, cosa bastante frecuente; en estos caso las flores suelen ser grandes, atractivas y separadas del follaje, incluso en muchas especies de hojas caducas la floración ocurre antes que la aparición de las hojas, son las especies **protrerantas** como el duraznero (*Prunus persica*).

Pero en otros casos, cuando las flores son muy pequeñas, se suelen agrupar en inflorescencias densas para hacerlas más visibles y atractivas, ello ocurre por ejemplo con los capítulos de las Compuestas y Dipsacáceas, muchas umbelas en las Umbelíferas y corimbos en las Crucíferas y Caprifoliáceas; en estos casos la inflorescencia actúa como unidad de polinización y recibe el nombre de **pseudanto** (pseudo= falsa, anto= flor). Si tomamos como ejemplo el capítulo de girasol (*Helianthus annuus*), cada capítulo para la polinización actúa como si fuera una flor y para ello ha diferenciado sus flores, las marginales (liguladas) son grandes y vistosas, su función es solo atraer a los polinizadores ya que son estériles (actúan como lo pétalos de una flor) y las centrales son tubulosas y hermafroditas y actúan en la reproducción.

Origen del polen: autogamia y alogamia

Siempre refiriéndonos a la misma especie, tiene mucha importancia genética el origen del polen utilizado en la polinización. Si el polen procede de la misma flor estamos en presencia de **autogamia** (plantas autógamás); por el contrario, si el polen se originó en otra flor de la misma planta o en una planta diferente estamos en presencia de **alogamia** (plantas alógamas). En la alogamia si el polen procede de la misma planta el fenómeno recibe el nombre de **geitonogamia**, en cambio si el polen procede de otra planta estamos en presencia de la **xenogamia**, que es la verdadera fecundación cruzada y la que produce mayor variabilidad genética.

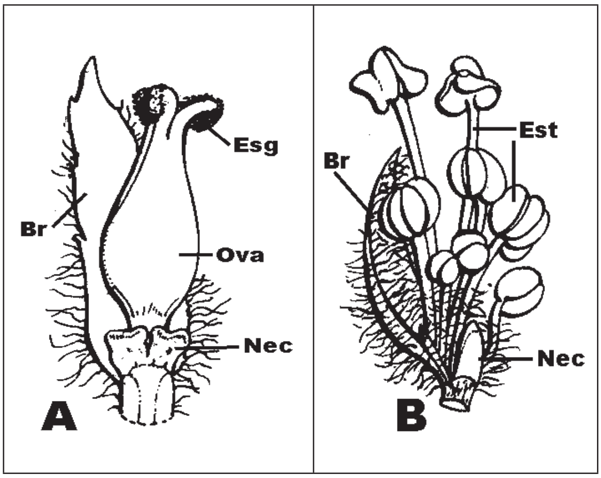
La autogamia es frecuente en plantas pioneras, malezas o que viven aisladas ya que necesitan la fructificación de individuos aislados y tiene como ventaja asegurar que una especie bien adaptada, se perpetúe en un medio más o menos estable. Su desventaja es que la especie presenta menor variabilidad hereditaria, y pierde plasticidad evolutiva. La geitonogamia es genéticamente equivalente a la autogamia. En estas plantas, sin embargo, siempre existe un porcentaje de fecundación cruzada para asegurar la variabilidad.

La fecundación cruzada es tan importante para la evolución de las especies, que muchas de ellas presentan mecanismos para impedir la autogamia como la dioecia, la hercogamia, la dicogamia y la autoincompatibilidad, que veremos en los párrafos siguientes.

Sexualidad de la flor: plantas monoclinas, diclinas y polígamás

La autogamia y la alogamia están relacionadas con la sexualidad de la flor. Para que exista autogamia las flores deben ser necesariamente hermafroditas es decir, presentar androceo y gineceo fértiles, en este caso las plantas se denominan **monoclinas**. En cambio cuando las flores son unisexuales, las plantas se denominan **diclinas** y habrá alogamia; en este caso puede ocurrir que las plantas sean **diclino-monoicas** (las plantas presentan flores unisexuales pero en la misma planta como el maíz, los pinos, los zapallos, los abedules, etc.) o que sean **diclino-dioicas** (las plantas presentan flores unisexuales pero en distintas plantas, es decir, existen plantas con flores masculinas y plantas con flores femeninas exclusivamente, como en el ombú, los sauces, los álamos y los fresnos). Fig. 5.33.

Fig. 5.33: Flores unisexuales en sauce llorón.
A. Flor pistilada o femenina.
B. Flor estaminada o másculina.
Br: Bráctea tectriz, Esg: Estigma, Est: Estambre, Nec: Disco nectarífero, Ova: Ovario
Adaptado de Boelcke y Vizinis, 1987.



Las plantas diclino-monoicas pueden presentar geitonogamia o xenogamia, en cambio las plantas diclino-dioicas presentan xenogamia necesariamente.

También existen las plantas **polígamas**, son las que presentan flores hermafroditas y unisexuales en la misma planta o en plantas diferentes, con las siguientes posibilidades:

- Plantas **ginomonoicas** con flores hermafroditas y femeninas en la misma planta como ocurre en muchas compuestas donde las flores liguladas del capítulo son femeninas y las tubulosas son hermafroditas. En otras compuestas como en el género *Conyza* el capítulo presenta flores filiformes en el exterior que son femeninas y flores tubulosas y hermafroditas en el centro.
- Plantas **ginodioicas** con flores hermafroditas en unas plantas y femeninas en otras como ocurre en las especies de menta (*Mentha* ssp) y en el “tomillo” (*Thymus vulgaris*).
- Plantas **andromonoicas** con flores hermafroditas y másculinas en la mima planta como en el “tala” (*Celtis ehernbergiana*) y algunas umbelíferas.
- Plantas **androdioicas** con flores hermafroditas en unas plantas y flores másculinas en otras como ocurre en el “cardo negro” (*Cirsium vulgare*) y especies del género *Polygonum*.

Hercogamia

La hercogamia (herco=barrera) ocurre en aquellas flores que presentan una separación espacial o una disposición tal entre las anteras y el estigma que impiden o dificultan la autogamia.

La **heterostilia** es una forma de hercogamia. Este fenómeno ocurre en algunas familias como Primuláceas, Rubiáceas y Oxalidaceas, donde se presentan poblaciones con plantas con flores hermafroditas pero con individuos que presentan flores con distinta longitud de estambres y estilos. Por ejemplo en las poblaciones de primaveras (*Primula* ssp.) existen dos tipos de individuos (plantas), unos con flores **microstiladas** (brevistiladas) que presentan flores con estilo corto y estambres largos y otros con flores **macrostiladas** (longistiladas) de estilos largos y estambres cortos. Las flores con estilo corto tienen papilas estigmáticas pequeñas y sus estambres producen polen grande; en cambio las flores con estilo largo tienen papilas estigmáticas grandes y producen polen pequeño; la autogamia entonces es poco probable por incompatibilidad de tamaño entre polen y estigma de la misma flor. Si se produce el traslado del polen de una flor a otra (microstilada a macrostilada y viceversa) se logra mayor compatibilidad y eficacia en la reproducción. Fig. 5.34.

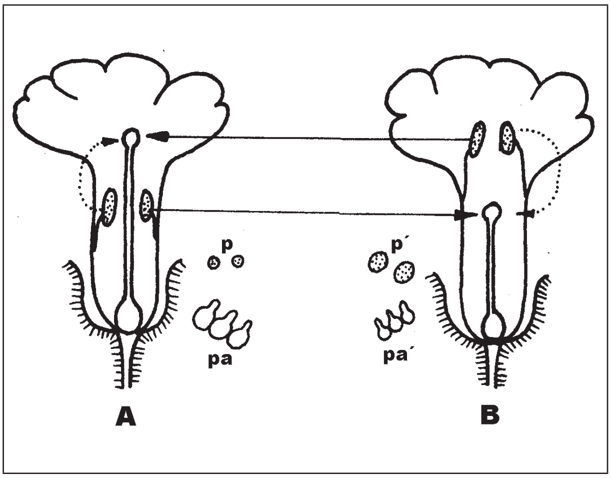


Fig. 5.34: **Heterostilia en *Primula* sp.**
A. Flor macrostilada con papilas grande (**pa**) y polen pequeño (**p**).
B. Flor microstilada con papilas pequeñas (**pa´**) y polen grande (**p´**).
Las flechas señalan las probables polinizaciones, siendo las de líneas llenas más compatibles y las de líneas punteadas menos compatibles. Adaptado de Valla, 1979.

En última instancia, la dioecia (plantas dioicas) también se puede considerar como un fenómeno de hercogamia.

Maduración de los órganos sexuales: Dicogamia

Cuando la dehiscencia de la antera (con los granos de polen maduros) coincide con la receptividad del estigma estamos en presencia de la **homogamia**, en estos casos la autogamia es posible. En caso contrario existe **dicogamia** y solo la alogamia es posible. Puede ocurrir que el estigma se encuentre receptivo pero los granos de polen de la misma flor se encuentren inmaduros, estamos en presencia de **protoginia**, frecuente

en numerosas Leguminosas, en cambio si los granos de polen de una flor maduran antes que el estigma se encuentre receptivo, estamos en presencia de **protandria**, caso común en Compuestas. En ambos casos podemos hablar de un “estado femenino” de la flor cuando el estigma se encuentra receptivo y de un “estado másculino” cuando son las anteras que han madurado y liberan el polen. Fig. 5.35.

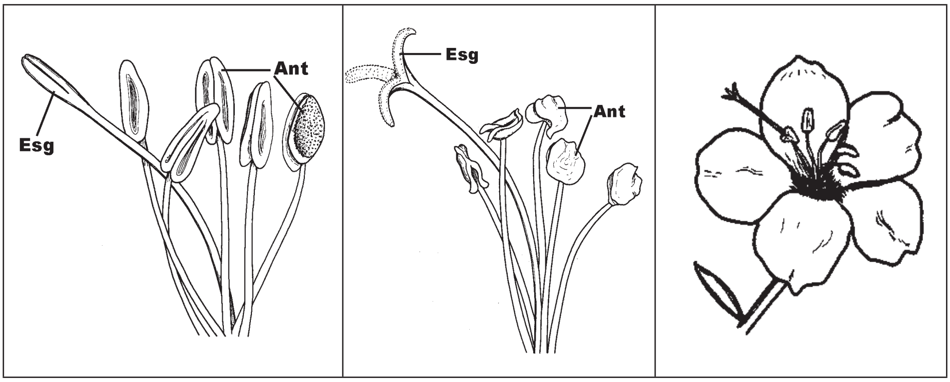


Fig. 5.35: **Protandria en *Polemonium*. Izquierda**: flor en estado másculino con las anteras liberando polen y el estigma con las ramás estigmáticas pegadas y no receptivas. **Centro**: flor en estado femenino con los estambres vacíos y el estigma receptivo. **Derecha**: flor completa luego de la polinización.

Autoincompatibillidad

Muchas especies aunque presentan flores hermafroditas, son autoincompatibles, ya que el polen de la misma flor o de otras flores de la misma planta presenta barreras genéticas y/o fisiológicas que impiden su germinación o el desarrollo del tubo polínico. Es bien conocido el caso de la manzana roja o deliciosa (cv. “Red delicius”) que es autoincompatible genéticamente; si se cultiva solo este cultivar habrá una bajísima producción de frutos, en cambio si se cultiva junto a un cultivar que actúa como polinizador como la manzana verde (cv “Granny Smith”) la producción de frutos será mayor. En este caso los tejidos del estigma de las flores de manzana roja impiden el desarrollo del tubo polínico de los granos de polen de sus propias flores pero no así de los granos de polen de las flores de manzana verde. Muchos frutales presentan autoincompatibilidad, pero por selección se pueden lograr cultivares autocompatibles.

Agentes polinizadores: anemofilia, hidrofilia, zoofilia

Es raro que el polen de una flor caiga por si solo en el estigma (polinización directa), lo corriente es que el polen sea trasladado mediante un vector o agente. Esos agentes pueden ser de naturaleza **abiótica** como el viento y el agua o de naturaleza **biótica** como los animales. Según el agente que participe en la polinización, la misma recibe diferentes nombres:

1. **Anemofilia** (anemo= viento, filia= amigo) es el proceso de polinización donde el transporte del polen lo efectúa el viento. Las plantas se denominan **anemófilas** o **anemógamás**. En este caso conviene distinguir entre:

Anemofilia primaria: ocurre en las Gimnospermas; estas plantas evolutivamente fueron las primeras en producir polen y siempre fue el viento el agente polinizador ya que sus "flores" nunca desarrollaron estructuras de atracción de insectos como los pétalos. En muchos casos como en los pinos, los granos de polen presentan sacos llenos de aire para disminuir el peso específico y facilitar su transporte por el viento.

Anemofilia secundaria: ocurre en las Angiospermas; estas plantas evolutivamente desarrollaron una estructura nueva, la flor, relacionada con los animales, en particular con los insectos, con quienes co-evolucionaron; de manera que en este grupo de plantas lo frecuente es que sean los insectos los agentes polinizadores. Sin embargo, en el curso evolutivo, varios grupos de Angiospermas modificaron la estructura floral, redujeron o perdieron los pétalos y los nectarios y se adaptaron a la polinización anemófila. Ello ocurrió por ejemplo con las Gramíneas, Ciperáceas y Palmeras entre las monocotiledóneas y Salicáceas, Fagáceas y Quenopodiáceas entre las Dicotiledóneas. Estas plantas son propias de regiones templadas a frías, en sabanas, estepas y ambientes alpinos o árticos expuestos al viento.

Las Angiospermas anemófilas presentan flores poco vistosas ya que han reducido o perdido sus pétalos, sin nectarios ni olores, frecuentemente unisexuales; las flores masculinas (o los estambres) tiene gran producción de polen y éste es liviano y pulverulento (no aglutinado), el ovario con pocos óvulos y frecuentemente reducido a uno y el estigma es grande y muy dividido o plumoso y los árboles generalmente son proterantes para que el follaje no obstaculice la circulación de polen.

2. **Hidrofilia**: (hidro= agua): es el proceso de polinización donde el transporte del polen lo efectúa el agua. Las plantas se denominan **hidrófilas** o **hidrógamas**. Ocurre exclusivamente en plantas acuáticas y no en todas, ya que en muchas de ellas, donde las flores flotan o se elevan

sobre la superficie del agua la polinización la efectúan los insectos, ello ocurre por ejemplo en el "camalote amarillo" *Ludwigia grandiflora*. En *Potamogeton striatus* y *Najas marina* (Monocotiledóneas) como en *Ceratophyllum demersum* (Dicotiledóneas) de ambientes acuáticos de Argentina las flores están sumergidas y la polinización es hidrófila.

3. **Zoofilia**: (zoo= animal): es el proceso de polinización donde el transporte del polen lo efectúan los animales. Las plantas se denominan **zoófilas** o **zoógamas**.

Las angiospermas zoófilas presentan flores vistosas (coloreadas y a veces con guías de polen), generalmente con olores (simpáticos o agradables y a veces idiopáticos o desagradable al sentido humano) y producción de néctar mediante nectarios, el polen suele presentar púas y espinas y también un cemento polínico adherente de manera que se presenta en grupos, másulas e incluso en polinios.

La zoofilia se produce cuando un polinizador visita las flores de una especie con cierta regularidad durante un tiempo y la flor presenta una estructura que permita a ese polinizador ponerse en contacto con el polen y el estigma. La atracción de los polinizadores se debe a los colores, olores y formás de las flores (medios de **reclamo**) y la regularidad se logra mediante recompensas, fundamentalmente néctar y polen, pocas veces aceites y resinas que los animales utilizan para su alimentación. De acuerdo con la recompensa ofrecida existen distintos tipos florales:

- **Flores poliníferas**: en estas la recompensa principal es el polen. Las flores de estas plantas suelen tener un número elevado de estambres para producir abundante polen. Las flores primitivas como en las Magnoliáceas y Ranunculáceas o las derivadas y con poliandria secundaria como en las Papaveráceas tiene esta estructura. La producción de polen es de alto costo para estas especies ya que es muy rico en proteínas, grasas, hidratos de carbono y vitaminas.
- **Flores nectaríferas**: en estas la recompensa principal es el néctar. Son plantas filogenéticamente más evolucionadas, ya que la producción de néctar es menos costosa, en términos energéticos para la planta, que la producción de polen. En estas plantas es frecuente que se logre una altísima especialización en la co-evolución entre flor y polinizador.
- **Flores oleíferas**: en estas especies la recompensa consiste en aceites producidos en glándulas especiales como ocurre en algunas Malpighiáceas y Escrofulariáceas (*Calceolaria* ssp.)

- **Flores resiníferas**: en pocos casos, como en algunas especies tropicales de Clusiáceas y Euforbiaceas, las flores secretan resinas que algunas aves utilizan para confeccionar sus nidos.

Los insectos son los polinizadores por excelencia, pero también pueden polinizar algunas aves como los colibríes y los murciélagos y ocasionalmente algunos otros. En la zoofilia es frecuente que una especie sea visitada por numerosos polinizadores, esas especies se denominan **polífilas**, pero en la co-evolución planta-polinizador se llega hasta las especies **monófilas** (unas especie de planta-una especie de polinizador), situación de alta especialización y evolución.

Según los animales que participan, tenemos entonces diferentes tipos de zoofilia:

3.1. **Entomofilia** (entomo= dividido en segmentos): son plantas polinizadas por insectos. Es la situación más frecuente y son numerosos los grupos de insectos que polinizan, de acuerdo con ellos tenemos distintos tipos de entomofilia:

Flores **cantarófilas** (cantarofilia): son polinizadas por Coleópteros (cascarudos y escarabajos), insectos con aparato bucal masticador, muy antiguos (del jurásico y cretácico); se cree que fueron los primeros insectos polinizadores cuando aparecieron las angiospermas. Son las flores más primitivas, generalmente poleníferas, generalmente grandes o rotáceas, planas y de fácil acceso, ya que los coleópteros son malos voladores, de colores claros, verdosas o blanquecinas, sin guías de néctar y generalmente con mucho olor. También incluye las flores pequeñas pero reunidas en inflorescencias densas (pseudantos). Los coleópteros comen gran cantidad de polen, pero siempre queda parte adherido a su cuerpo, que trasladan a otra flor o inflorescencia, pero con una eficacia en la polinización más bien baja. El irupé (*Victoria cruziana*), la magnolia (*Magnolia grandiflora*), otras Ranales y muchas Compuestas son visitadas por coleópteros.

Flores **miófilas** (miofilia): son polinizadas por Dípteros (moscas). Son flores heterogéneas ya que incluyen tantos las flores rotáceas, pequeñas, inodoras y con néctar libre como la ruda y muchas umbelíferas como flores especializadas o inflorescencias (espatas) con manchas oscuras y olor desagradable, cadavérico. Muchas veces son flores trampa que se aprovechan del polinizador como las flores de *Aristolochia* o los pseudantos de la "cala de invierno" (*Arum maculatum*). *Arum* presenta flores unisexuales en espádice protegido por una espata. El espádice presenta flores femeninas en la base, flores masculinas fértiles un poco más arriba y finalmente sobre todas ellas flores neutras provistas de un apéndice

orientado hacia abajo; la espata forma una urna encerrando estas flores con un cuello a la altura de las flores neutras que cierra la urna y luego continúa el sector dilatado de la espata con papilas que segregan aceites y la tornan resbaladiza, este sector actúa como reclamo. Toda la inflorescencia funciona como una trampa temporaria para las moscas, atraídas por un olor a carne podrida producido por un osmóforo, generalmente al atardecer. Llegan a la espata y resbalan hacia la urna sin poder salir por estar obstruida la salida por las flores neutras (permiten la entrada al tener los apéndices orientados hacia abajo, pero no la salida); allí se cargan de polen. Al día siguiente las flores neutras que taponaban la urna se marchitan y liberan las moscas que pueden visitar otra inflorescencia trasladando al polen.

Flores **psicófilas**, **esfingófilas** y **falenófilas**: son polinizadas por Lepidópteros (mariposas). Las mariposas tiene aparato bucal suctor, con espiritrompa más o menos larga, y utilizan solo el néctar como recompensa.

Las **psicófilas** son flores de apertura diurna polinizadas por mariposas; son flores tubulosas, generalmente rojizas, con perfume agradable, a veces con guías de néctar, erectas y con néctar escondido en la profundidad del tubo, al que acceden las mariposas por presentar espiritrompa larga, posándose al libar. La lantana (*Lantana camara*), la "margarita punzó" (*Glandularia peruviana*), las clavelinas (*Dianthus* ssp.), las primaveras (*Primula* ssp.) y la "serrucheta" (*Eryngium paniculatum*) son ejemplos de plantas psicófilas.

Si la apertura de las flores es nocturna puede ser que sean polinizadas por mariposas grandes (esfíngidos) y las flores se denominan **esfingófilas** o pueden ser polinizadas por mariposas pequeñas (polillas) y las flores se denominan **falenófilas**. La mayoría de los lepidópteros polinizadores son nocturnos.

Las flores esfingófilas son muy especializadas, suelen ser tubulosas, horizontales o péndulas, con colores claros (no siempre), sin guías de néctar, muy perfumadas y con el néctar también escondido en el fondo del tubo, las mariposas liban en néctar sin posarse (en vuelo como los colibríes). El largo de la espiritrompa está en relación con el largo del tubo floral y es en estos casos que se puede llegar a que una especie de planta sea polinizada por una sola especie de mariposa (especies monófilas). Como ejemplos de especies esfingófilas se puede mencionar a muchas especies del género *Nicotiana* como el "tabaco cimarrón" (*Nicotiana noctiflora*), la madreselva (*Lonicera japonica*), el duraznillo negro (*Cestrum parqui*) y otras especies del mismo género, la "petunia" (*Petunia axillaris*), etc.

Flores **melitófilas** (melitofilia): son polinizadas por Himenópteros (abejas, abejorros y avispas). Son los polinizadores por excelencia y es el mayor grupo de plantas polinizadas por insectos. Los himenópteros tienen aparato bucal suctor pero sin espiritrompa, es decir, es corto y necesitan néctar más accesible. El néctar es el único recurso que utilizan como alimento propio, pero también lo transportan (y lo modifican) para producir miel en la colmena, como así también transportan polen como alimento para las larvas. El polen útil para la polinización es el que se adhiere a su cuerpo y se transfiere a otras flores, ya que además, las abejas y abejorros (abejas corbiculadas) tienen una estructura denominada **corbícula** o canasta de polen en sus patas traseras donde acondicionan el polen para transportarlo a la colmena.

Las flores melitófilas atraen a los insectos por una combinación de formas, colores y olores. Por sus formas las flores suelen ser bastante variadas, aunque en las especies más evolucionadas suelen ser cigomorfas (papilionáceas, labiadas, etc.) con lugar para que el insecto se pose y con señales de néctar, los colores predominantes son el amarillo, el azul y el violeta (aunque las abejas perciben los rayos ultravioletas, de manera que los colores que realmente ven son diferentes a los percibidos por el hombre) y los olores son agradables y suaves. Las abejas son capaces de memorizar esas formás, colores y olores y transferir ese conocimiento al resto de la colmena, de manera que, si la producción de néctar y/o polen es abundante, esa especie es visitada durante algunos días con preferencia a otras, facilitando de esta manera la polinización.

Existen numerosas adaptaciones de las flores a la polinización melitófila, veamos algunos casos:

En las Leguminosas papilionoideas los 10 estambres forman una columna que envuelve al estilo-estigma, a su vez esa columna se encuentra encerrada por la quilla, dos pétalos unidos temporalmente que mantiene la columna estaminal en tensión. Cuando la flor está receptiva y es visitada por un polinizador, el contacto del mismo produce el llamado "desenlace floral", esto es, la quilla se abre, liberando violentamente los estambres, que liberan su polen formando una nubecita de polen que impregna al insecto. Fig. 5.36:

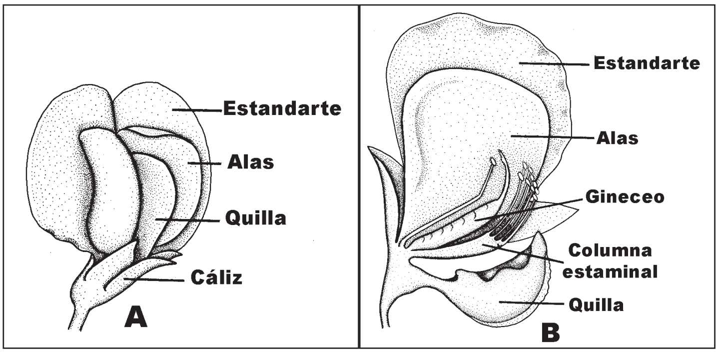


Fig. 5.36: **Flor de alfalfa.**
A: Sin desenlazar.
B. Desenlazada

En la alfalfa el polinizador más efectivo es una especie de abeja cortadora de hojas (llamadas así porque forman sus nidos en huecos con trozos cortados de hojas) *Megachile rotundata*, su polinización es tan eficiente que se la cría junto a los cultivos de alfalfa destinados a semilla en zonas de regadío; también pueden participar especies del género *Bombus* (abejorros) y la abeja común (*Apis mellifera*). Muchos trabajos coinciden en señalar que si la alfalfa es autofecundada solo se logra que un 35 % de flores formen carretillas (esto se logra aislando las plantas de los polinizadores) en cambio con polinizadores aumenta la fecundación cruzada y se logra llegar a un 70 % (además cada carretilla presenta más semillas y estas son más vigorosas que en la autofecundación).

Algunas especies de *Solanum* (Solanáceas) y de *Senna* (Leguminosas Cesalpinoideas) tienen flores con pétalos reflejos (inclinados hacia abajo), no producen néctar, tienen anteras poricidas y producen polen liso no aglutinado, son visitadas por abejorros del género *Bombus* que recolectan el polen aferrándose a las flores y produciendo un zumbido particular con sus alas que hace que las anteras vibren y liberen el polen (polinización vibrátil).

3.2. **Ornitofilia** (ornito= ave): son plantas polinizadas por aves (picaflores o colibríes) características de América tropical y templada. Presentan flores vistosas, generalmente grandes y tubulosas, inclinadas o algo péndulas, donde predomina el color rojo, azul, naranja o amarillo, con abundante producción de néctar pero poco denso (generalmente menos del 20% de azúcares), a veces con guías de néctar pero sin zonas para posarse (los colibríes liban el néctar sin posarse, introduciendo la lengua y parte del pico). En nuestra zona (La Pampa) visitan mucho a la "trompeta" (*Campsis radicans*), a la "salvia azul" (*Salvia guaranitica*), o al "ceibo" (*Erythrina crista-galli*). También suelen visitar flores reunidas en inflorescencias en pincel (estambres largos y exertos) como el "plumerillo" (*Calliandra tweedii*).Fig. 5.37.



Fig. 5.37: **Flores de *Salvia guaranitica*.** Son polinizadas tanto por picaflores como por insectos.

3.3. **Quiropterofilia** (quiróptero= murciélago): son flores polinizadas por murciélagos de zonas tropicales. Presentan flores tubulosas, grandes, con garganta ancha, de apertura nocturna y fuerte olor a fruta fermentada, de colores oscuros y gran producción de néctar y polen. Algunas Bombacáceas, Cactáceas y Bignoniáceas presentan esta polinización.

Dispersión o diseminación

Concepto

Las plantas superiores están fijas al suelo, de manera que para colonizar nuevas áreas, han desarrollado una serie de estrategias. En primer término producen en algún momento de su ciclo vital una estructura denominada **disemínulo** (a veces también denominada **diáspora, propágulo, mígrula o coria**) que generalmente es la semilla de origen sexual, a veces acompañada por otras estructuras florales remanentes después de la fecundación, pero también puede tener origen asexual o agámico. Esta diáspora se separa de la planta madre y se traslada o es trasladada por algún agente hasta el lugar donde originará una nueva planta, este traslado es la **dispersión** (también llamada **diseminación** o **propagación**). De esta manera la planta no solo perpetúa la especie, sino que es capaz de colonizar nuevas áreas, aumentando el área de distribución de la especie. Los disemínulos han evolucionado con la especie, de manera que suelen ser estructuras muy complejas adaptadas al ambiente donde vive la especie (habitat) y al agente que participa en la diseminación.

Disemínulos (propágulos o diásporas): son estructuras que, producidas por vía sexual o agámica, se separan de un individuo y diseminados, originan un nuevo individuo.

1. **Disemínulos de origen asexual**: necesariamente, deben contener al menos una yema. Por esta razón, los tallos constituyen los disemínulos más adecuados, así son frecuentes en la diseminación las estacas (trozos de tallo), los bulbos, los rizomás, los estolones, las macollas de las gramíneas, pero también pueden ser raíces (raíces gemíferas) o bulbilos foliares o florales. Todas las formás asexuales de reproducción analizadas presentan disemínulos agámicos. Recordemos que existen casos de semillas originadas asexualmente (por apomíxis), en estos casos excepcionales esas semillas deben ser consideradas disemínulos agámicos.

2. **Disemínulos de origen sexual**: necesariamente, deben contener una semilla de origen sexual.

En las plantas que producen frutos dehiscentes, suele ser la misma semilla el disemínulo; a veces se modifica notablemente para tal fin: puede producir alas (semillas de algunos pinos, muchas Bignoniáceas como los lapachos, algunas Apocináceas como el quebracho blanco o el guatambú, etc.), pelos (la mayoría de las Asclepiadáceas como los tasi, el algodonero) o tornarse parcialmente carnosa o tener tegumentos carnosos según el agente que participa en la diseminación.

En otros casos puede ser el fruto el que se traslade dispersando las semillas una vez producida la dehiscencia (cuernos del diablo)

En las plantas con frutos indehiscentes, suele ser el mismo fruto el disemínulo. En estos casos suele contener una sola semilla (como en las cariopsis desnudas de las Gramíneas y las cipselas de la Compuestas), contener más de una semilla pero el fruto se separa en parte (mericarpos) conteniendo cada uno una semilla (muchas Umbelíferas y Boragináceas). También aquí los frutos pueden tener alas (como los fresnos y los arces), pelos (como los “panaderos” de las compuestas), ganchos o gloquidios (como el trébol de carretilla) o tornarse carnoso (como el piquillín) para adaptarse al agente dispersante.

En muchos casos los frutos suelen estar acompañados por otras partes florales como el cáliz (el papus de los cardos se considera un cáliz modificado) o por brácteas o hipsofilos que rodean la flor (las glumelas en los granos vestidos de las avenas y la cebada, los antecios de *Nassella*, etc., las glumás en los sorgos).

En otros casos suele ser una inflorescencia completa el disemínulo como en los abrojos que es un capítulo que contiene dos cipselas, o las panojas de la paja voladora.

Finalmente, puede ser la planta entera que se desprende, como en el cardo ruso.

Los agentes que pueden participar en la dispersión pueden ser abióticos (gravedad, agua, viento) o bióticos (animales y el hombre). En los casos de los animales se establece un mutualismo ya que, a cambio del transporte, los animales reciben una recompensa trófica.

Tipos de diseminación

La dispersión puede ser analizada desde diferentes puntos de vista:

- Según la **distancia** que recorren las diásporas:

Si la distancia recorrida por las diásporas es grande, la dispersión se llama **longincua**, ello ocurre por ejemplo con los panaderos de muchas compuestas (cardos) dispersados por el viento, o los frutos del “cocotero” (*Cocos nucifera*) dispersado por el agua de mar, tan importante en la colonización de islas, las semillas y frutos trasladados por las aves migratorias, etc.; en contraposición se encuentran las plantas **propincuas**, donde la diáspora recorre cortas distancias, por ejemplo cuando las semillas y los frutos caen por propia gravedad.

- Según los **agentes** o vectores que participen en la dispersión En algunos casos las plantas suelen valerse de sus propios medios para efectuar la diseminación, sin la participación de ningún agente o vector, son las llamadas plantas **autocoras** (presentan autocoria); sin embargo la mayoría se vale de algún agente (el viento, los animales, el agua, el hombre), son las plantas **alocoras.**

Autocoria (plantas autocoras): se valen de sus propios medios y la distancia que recorre la diáspora es generalmente muy corta, es decir son especies **propincuas**.

Según el mecanismo de dispersión de las especies se denominan:

1. **Barocoras**: cuando los disemínulos se desprenden de la planta madre y caen por su propio peso (por gravedad).

En este caso las diásporas suelen tener un peso específico elevado, carecen de estructuras especiales para la dispersión como alas, pelos o ganchos y caen alrededor de la planta madre, generalmente a muy cortas distancias, si el terreno presenta poca inclinación. En sitios serranos esas distancias pueden ser mayores. Por ejemplo en muchas Crucíferas como *Diplotaxis tenuifolia*, *Eruca vesicaria*, *Mostacillastrum* sp.., Leguminosas como *Vicia villosa*, *Medicago sativa, Melilotus officinalis*, euforbiáceas como *Euphorbia dentata*, etc.

2. **Balocoras**: cuando la planta presenta mecanismos propios para efectuar la diseminación. Se presentan los siguientes casos:

2.a. **Boleoautocoras**: los disemínulos son arrojados a cierta distancia por características propias de las plantas .Puede ser por turgencia diferencial en algunos tejidos del fruto que arrojan la semilla a distancia como en la “mandioca brava” (*Manihot flabellifolia*), la “glicina” (*Wisteria sinensis*), el “vinagrillo rastrero” (*Oxalis corniculata*).

2.b. **Herpautocoras**: las diásporas poseen movimientos propios relacionados con las variaciones de la humedad higroscópica del aire: por ejemplo las “flechillas” (*Nassella, Amelichloa, Jarava*).), el “alfilerillo” (*Erodium cicutaium*) y el “alfilerillo chico” (*Geranium molle*). Estos movimientos relacionados con la mayor humedad nocturna y la sequedad diurna producen la autosiembra en estas especies.

3. **Geoautocoras**: por las características de las plantas, las diásporas se depositan directamente en el suelo, ya sea porque las plantas son rastreras como el”perejililIo” (*Bowlesia tenera*), la “orejita de ratón” (*Dichondra repens*), la “roseta francesa” (*Tribulus terrestris*), el “meloncito de huerta” (*Solanum triflorum*),la “yerba meona” (*Euphorbia serpens*) o porque las plantas disponen de dispositivos especiales para enterrar sus frutos como el “maní” (*Arachis hypogaea*) o el “trébol subterráneo” (*Trifolium subterraneum)*.

Alocoria (plantas alocoras): estas plantas aseguran la dispersión de sus diásporas mediante el concurso de agentes exteriores, que son los responsables del transporte de las mismas. Estos agentes pueden ser de naturaleza **abiótica** como el viento o el agua, o de naturaleza **biótica** como los animales y el hombre.

Según estos agentes, tenemos los siguientes tipos de diseminación:

I. Anemocoria (plantas anemocoras): el agente dispersante es el viento y es el método de diseminación más utilizado por las plantas.

Diásporas livianas o con alas o pelos que disminuyen su peso específico y facilitan la dispersión.

Algunas de las adaptaciones de las diásporas que favorecen la dispersión anemocora son: Fig. 5.38.

- Semillas muy pequeñas y livianas como en las Orquídeas.
- Semillas aladas: semillas samaroides por ejemplo los pinos (*Pinus* sp.), los abetos (*Abies* sp.), algunas Apocináceas como el "quebracho blanco" (*Aspidosperma quebracho-blanco*) y muchas Bignoniáceas como la "trompeta" (*Campsis radicans*), el "jacarandá" (*Jacaranda mimosifolia*) o el "lapacho negro" (*Tabebuia impetiginosa*).
- Semillas con pelos largos y sedosos que son crecimientos epidérmicos de la testa como los sauces (*Salix* sp.), álamos (*Populus* sp.), los tamariscos (*Tamarix* sp.), la mayoría de las Asclepiadáceas como la "leche de víbora" (*Asclepias melliodora*).
- Frutos alados: son las sámaras por ejemplo los fresnos (*Fraxinus* sp.), los arces (*Acer* sp.) y los olmos (*Ulmus* sp.).
- Frutos con papus pilosos, con cerdas o páleas como en muchas Compuestas como en el "diente de león" (*Taraxacum officinale*), la "lechuga cimarrona" (*Lactuca serriola*", los cardos (*Carduus* sp, *Onopordum* sp, *Cynara* sp, *Cirsium* sp.), el "salsifí silvestre" (*Tragopogon dubius*), etc.
- Frutos con estilos plumosos y persistentes como en la "centella" (*Anemone decapetala*) o la "barba de viejo" (*Clematis montevidensis*) o frutos envueltos por las glumelas y con arista plumosa como en numerosas gramíneas como la "paja blanca" (*Jarava ichu*) o el "coirón pluma" (*Jarava neaei*).
- A veces es la inflorescencia completa que se desprende y es llevada por el viento como en la "paja voladora" (*Panicum bergii* y *P. capillare*).
- Finalmente puede ser la planta entera que se desprende por presentar una zona de abscisión en la base del tallo y se desplaza rodando como el "cardo ruso" (*Salsola kali*) o el "yuyo bola" (*Cycloloma atriplicifolium*). Estas plantas por estas características se denominan **estepicursores**, ya que son propias de las estepas.

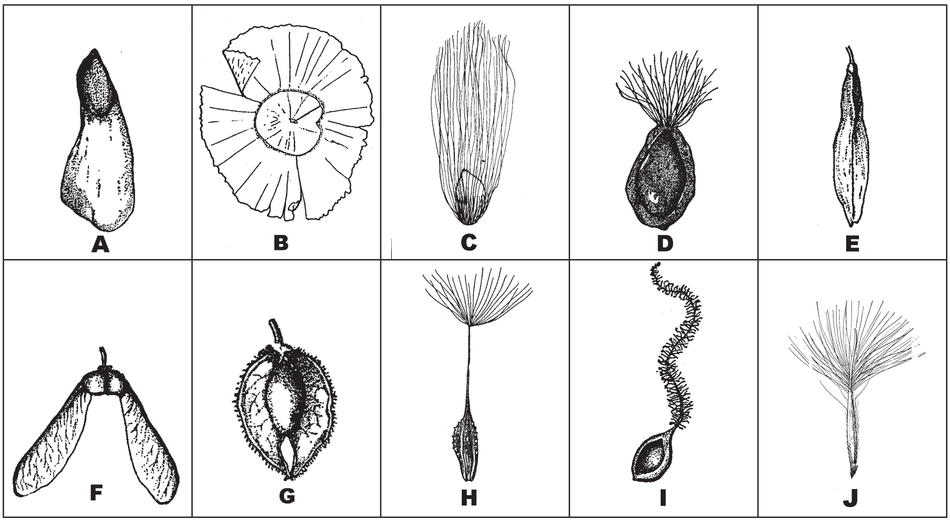


Fig. 5.38: **Diásporas con dispersión anemófila**: **A**: Semilla samaroide de *Pinus* sp., **B**: Semilla samaroide de *Aspidospoerma quebracho-blanco*, **C**. Semilla con pelos de *Salix babilonica,* **D**: semillas con un mechón de pelos de *Asclepias melliodora*, **E**: Sámara de *Fraxinus* sp., **F**: Sámara de *Acer* sp., **G**: Sámara de *Ulmus pumila*, **H**: Cipsela con papus piloso de *Taraxacum officinale*, **I**: Fruto (mericarpo) con estilo plumosos de *Clematis montevidensis*, **J**: Cariopsis con arista plumosa de *Jarava ichu*.

Según el mecanismo de transporte, existen variantes en las especies; señalamos las siguientes:

1. **Euanemocoras**: las diásporas pueden recorrer grandes distancias (propagación longincua) debido a su bajo peso específico: semillas de las Orquídeas, frutos de numerosas compuestas con papus o vilano (cardos, diente de león), semillas con pelos de Asclepiadáceas, Apocináceas, Bignoniáceas, Salicáceas, etc.
2. **Plananemocoras**: en este caso las diásporas son un poco más pesadas, generalmente con alas, y se alejan poco de la planta madre, casi nunca más de 1 Km.: semillas aladas de los pinos, las sámaras de los fresnos, olmos, arces, etc.
3. **Boleoanemocoras**: las diásporas son lanzadas a cierta distancia por el efecto del viento sobre la planta madre, al ser sacudida.

II. Hidrocoria (plantas hidrocoras): el agente dispersante es el agua. Las adaptaciones que favorecen la dispersión por el agua son las siguientes:

- Frutos con envoltura membranosa que contiene aire y les permiten flotar como en muchas Ciperáceas (*Carex* sp.) u una

envoltura alada como las valvas que envuelven el fruto en el género *Rumex*.

- Semillas o frutos con pelos como los vistos en la anemocoria también les permiten flotar y es característico en los sauces y tamariscos.

Según el mecanismo de transporte, la hidrocoria presenta las siguientes variantes:

1: **Nanohidrócoras**: son plantas que tienen disemínulos flotadores, propias de bordes de ríos, o de cauces temporarios como los ríos secos de las regiones áridas. Estas diásporas pueden recorrer distancias considerables. Generalmente estas especies forman una vegetación en galería a lo largo de los ríos permanentes, por Ej.: el "sauce criollo" (*Salix humboldtiana*), el "tamarisco" (*Tamarix gallica*).

2: **Ombrohidrócoras**: las diásporas son arrastradas por el agua de lluvia, frecuentemente sin tener una estructura particular. La distancia a recorrer depende de la intensidad de la lluvia y de la pendiente del terreno. Es una forma de dispersión muy frecuente por ejemplo en las sierras y en los terrenos ondulados, pero también lo es en terrenos planos donde influye mucho el micro-relieve. Muchos de estos frutos y/o semillas suelen flotar aun sin tener adaptaciones especiales como las especies de *Amaranthus* y *Chenopodium*.

III. Zoocoria (plantas zoocoras): los agentes dispersantes son los animales.

Algunas de las adaptaciones de las diásporas que favorecen la dispersión zoocora son: Fig. 5.39.

- Diásporas con pelos adherentes, son muy frecuentes en las gramíneas por ejemplo, las avenas y las flechillas, muchas Andropogóneas, el "pasto plateado" (*Digitaria californica*), etc.
- Diásporas con espinas, por ejemplo la "roseta" (*Cenchrus insertus*), el "cadillo" (*Cenchrus myosuroides*), la "roseta francesa" (*Tribulus terrestris*), etc.
- Diásporas con ganchos o barbas adherentes como el "amor seco" (*Bidens subalternans*), los abrojos (*Xanthium* spp.), los cuernos del diablo (*Ibicella* spp.), el "pega-pega" (*Galium aparine*), el "trébol de carretilla" (*Medicago minima*) "pegajosa" (*Setaria verticillata*), etc.

- Diásporas carnosas o comestibles que los animales utilizan en su alimentación y transportan de alguna manera, por ejemplo las bellotas transportadas por roedores, los frutos del "piquillín" (*Condalia microphylla*), del "yauyín" (*Lycium chilense*), de la "morera" (*Morus alba*), del "siempre verde" (*Ligustrum lucidum*), del "caldén" (*Prosopis caldenia*) y del "algarrobo" (*Prosopis flexuosa*), etc.

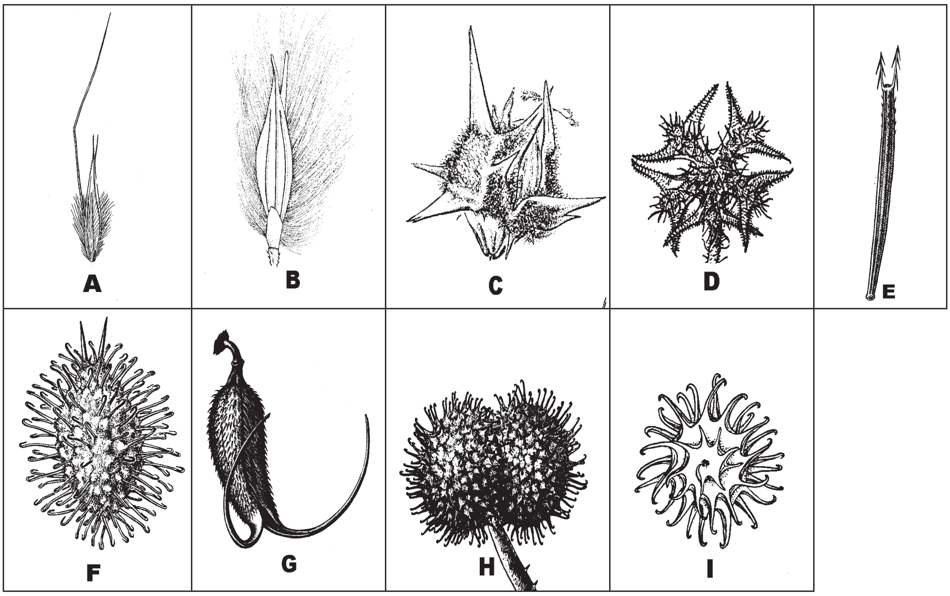


Fig. 5.39. Diásporas con adaptaciones a la zoocoria. A: Antecio de Avena fatua con arista pilosa, B: Espiguilla de Digitaria californica con glumás y lemmás pilosas, C: Espiguilla de Cenchrus insertus con glumás espinosas, D: Fruto de Tribulus terrestris con mericarpos espinosos, E Cipsela de Bidens subalternans con papus adherente, F: Capítulo de Xanthium spinosum con brácteas involucrales provistas de ganchos, G: Fruto de Ibicella lutea con ganchos (cuernos), H: Fruto de Galium aparine con ganchos, I: Legumbre (carretilla) de Medicago mínima con ganchos o gloquidios

Según los grupos de animales que participan pueden ser: ornitocoria (por las aves), mirmecocoria (por las hormigas), mamaliocoria (por los mamíferos),

De acuerdo con el mecanismo de dispersión se pueden distinguir las siguientes especies:

1. **Epizoocoras**: en estos casos las diásporas poseen ganchos, púas, escamaás adherentes o son viscosas, de manera que adhieren

al exterior de los animales y así son transportadas. El "amor seco", *Bidens subalternans*, la "roseta", *Cenchrus insertus*, la "carretilla", *Medicago mínima*, los "cuernos del diablo", *Ibicella lutea*, el "abrojo", *Xanthium spinosum*, son ejemplos de este transporte.

La diáspora de *Cenchrus insertus* es la llamada roseta, una estructura compuesta por un involucro espinoso formado por setas soldadas que encierran 2 (3) espiguillas, de manera que a la madurez contiene casi siempre dos cariopsis, suelen germinar los dos pero uno siempre es más vigoroso.

La diáspora de *Medicago mínima* es la "carretilla", una legumbre gloquidiada (con emergencias ganchudas) y adherente a lana y pelos; es dehiscente y las semillas dispersan al abrirse.

La diáspora de *Xanthium spinosum* es el "abrojo", un capítulo con solo dos flores femeninas que originan dos cipselas; las brácteas que envuelven el capítulo se sueldan y presentan gloquidios en el exterior. En la germinación actúa como la roseta.

2. **Endozoocoras**: en estos casos las diásporas ingresan al tracto digestivo de los animales. Si se trata de aves, es frecuente que utilicen las partes carnosas comestibles y luego regurgiten las partes no utilizadas, generalmente las semillas, de manera que estas no pasan por el tracto digestivo en su totalidad. En cambio en los rumiantes pasan por el tracto digestivo y son eliminadas por las heces sin que se afecte su poder germinativo.

3. **Eleosomozoocoras**: es un caso especial de zoocoria donde las plantas ofrecen recompensas en sus semillas o frutos para su dispersión, se trata de apéndices llamados eleosomas o elaiosomas (cuerpos grasos), ricos en nutritivos aceites. En esta dispersión participan las hormigas y el fenómeno, llamado **mirmecocoria**, requiere que las semillas porten una parte, no necesaria para la germinación, que justifique el esfuerzo de las hormigas. Las hormigas recolectan esas semillas transportándolas hasta sus nidos, donde el elaiosoma es separado activamente y la semilla abandonada. También los frutos pequeños y carnosos como los del "piquillín", el "yauyín, etc., son transportados por las hormigas.

4. **Diszoocoria**: ocurre cuando el transporte se hace para almacenamiento y alimentación. En estos casos las diásporas son ricas en nutrientes y generalmente son destruidas al ser utilizadas como alimento, pero algunas pueden permanecer intactas. Es el caso de las "cotorras" que transportan los capítulos del "cardo pendiente" (*Carduus thoermeri*) para comerlos sobre los árboles, pero solo comen algunos aquenios, los restantes caen al suelo o son transportados por el viento.

IV. Antropocoria (plantas antropocoras): dispersadas por el hombre en forma voluntaria o involuntaria. La mayoría de las especies malezas exóticas fueron introducidas accidentalmente con semillas de especies cultivadas. La maquinaria agrícola, particularmente las cosechadoras son grandes transportadoras de semillas de malezas. Las semillas con malezas también son una fuente de dispersión de malezas.

3. Según la cantidad de agentes que participan en la diseminación.

Si el agente dispersante es único, estamos en presencia de **monocoria** (plantas monócoras), caso contrario estamos en presencia de **policoria** (plantas polícoras). En general participa de la dispersión más de un agente, o sea que la policoria es muy frecuente, por ejemplo el piquillín puede ser dispersado por los pájaros o por las hormigas, los sauces por el viento o por el agua, las flechillas y los alfilerillos por los animales pero cuando caen al suelo presentan autocoria (herpautocoria).

La chaucha espiralada del caldén primero cae por su propio peso (barocoria), luego puede ser transportada al engancharse en las patas de los animales (epizoocoria) y finalmente puede ser comida y las semillas pasar por el tracto digestivo (endozoocoria); como las semillas del caldén son "duras" (no germinan fácilmente por tener tegumentos impermeables) al pasar por el tracto digestivo se escarifican y germinan rápidamente dentro de las deyecciones.

Existen casos en que algunas plantas presentan dos tipos de frutos adaptados a dos formas de dispersión diferentes, por ejemplo, el "falso alcanfor" (*Heterotheca subaxillaris*) presenta cipselas marginales sin papus adaptadas a la dispersión barocora y los centrales con papus y adaptados a la diseminación epizoocora o anemocora.

CAPÍTULO 7

Sistemática y nomenclatura

Se puede definir a la Sistemática Botánica como la ciencia que se encarga de la clasificación de las plantas; es decir delimita y ordena los grupos de plantas o taxones de acuerdo a un sistema.

El objetivo de la **Sistemática** es crear sistemas de clasificación que expresan de manera adecuada el grado de parentesco existente entre los diferentes taxones, es decir, que reflejen su filogenia. Las normas o reglas para efectuar ese ordenamiento son proporcionadas por la **Taxonomía** (taxus=orden-ordenación; nomia= norma o ley). La clasificación es el proceso de delimitación, establecimiento y definición de los taxones. Naturalmente una vez delimitado un taxón, la primera actividad del botánico consiste en aplicarle un nombre, de acuerdo con normas establecidas por la **Nomenclatura**.

Es objetivo de la nomenclatura que cada taxón reciba un solo nombre con validez internacional, o sea, universal. Para lograr ese objetivo utiliza una serie de normas reunidas en los **Códigos Internacionales de Nomenclatura.** Existen tres códigos: Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, Código Internacional de Nomenclatura Botánica y Código Internacional de Nomenclatura Bacteriológica, para animales, plantas y bacterias, respectivamente.

Categorías Taxonómicas y Taxones

La jerarquía taxonómica

Todos los sistemas de clasificación deben encuadrarse, de acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, en un esquema jerárquico de categorías, las más comúnmente utilizadas en Botánica son, en orden decreciente de jerarquía las siguientes:

1. *Reino*
2. *División*
3. *Clase*
4. *Orden*
5. *Familia*
6. *Tribu*
7. *Género*
8. *Especie*
9. *Subespecie*
10. *Variedad*
11. *Forma*

Pueden utilizarse categorías intermedias, de ser necesario, anteponiendo el prefijo **Super** si es de nivel superior o **Sub** si es de nivel inferior, como por ejemplo **Superorden** o **Suborden, Subdivisión, Subfamilia,** etc.

Las categorías taxonómicas solo indican el nivel dentro de la jerarquía, por ej. la tribu tiene menor nivel o rango que la familia, por esta razón, está subordinada a la misma. Naturalmente las categorías taxonómicas carecen de existencia real, son entidades abstractas que se utilizan como referencia; para entenderlo pueden comparase con compartimientos vacíos, que son llenados posteriormente con entidades que sí tienen existencia real, los **taxones**.

Un ejemplo servirá para aclarar estos conceptos: Familia es una categoría taxonómica de nivel intermedio de jerarquía, **Gramíneas (Poáceas), Rosáceas, Leguminosas (Fabáceas),** son algunos taxones que pertenecen a esa categoría, o sea que están dentro de ese compartimiento.

En las plantas cultivadas suelen utilizarse otras categorías taxonómicas subordinadas a la Variedad: **Cultivar, Línea y Clon.**

Consecuencias del sistema jerárquico

Como ejemplo de esta clasificación la "alfalfa", cuyo nombre científico es **Medicago sativa.** Es una especie y por consiguiente ocupa un rango bastante bajo en la jerarquía:

Categoría	Taxón	Características
Reino	Plantas	Organismos pluricelulares, terrestres, autótrofos, con clorofila a y b, diferenciados en raíz, tallo y hojas.
División	Espermatófitos	Plantas que se reproducen mediante semillas.
Subdivisión	Magnoliofitinos	Plantas con flores típicas, con los óvulos encerrados en ovario y por consiguiente producen frutos.
Clase	Magnoliópsida	Semillas con 2 cotiledones, raíz axonomorfa, hojas retinervias y flores tetrámeras o pentámeras.
Subclase	Rosidae	Flores con perianto de piezas libres (dialipétalas)
Orden	Rosales	Flores con el ovario súpero, con placentación axial-marginal, con ovario dialicarpelar o mono-carpelar y estructura floral cíclica.
Familia	Fabaceae	Fruto legumbre. Hojas compuestas generalmente con estípulas.
Subfamilia	Papilionoideas	Flores papilionáceas con 10 estambres. Hojas pinnadas o digitadas.
Tribu	Trifolieas	Hojas trifolioladas.
Género	*Medicago*	Hojas pinnado-trifolioladas con los folíolos dentados en el ½ superior. Legumbre espiralada.
Especie	*Medicago sativa*	Flores azules o violetas

Otras especies que pertenecen al género *Medicago* y que crecen en La Pampa son: *Medicago minima* “trébol de carretilla” y *Medicago lupulina* “lupulina”, entre otras, tienen flores amarillas.

Las consecuencias de un sistema jerárquico así concebidos son importantes:

1. Permite generalizaciones, ya que un taxón de cualquier categoría tiene todas las características de los taxones de jerarquía superior dentro de los que está incluido, así para la “alfalfa” no solamente podemos decir que tiene flores azules o violetas, sino que podemos decir también que tiene todas las características dadas

para los taxones que la incluyen, en orden creciente: *Medicago*, Trifolieas, Papilionoideas, Leguminosas... hasta Plantas. En resumen, el sistema jerárquico es un medio muy útil para acumular y proporcionar información.

2. A medida que se desciende en la jerarquía, aumenta la precisión y los detalles, ya que el sistema va de lo general a lo particular. Los taxones de mayor jerarquía son definidos por caracteres importantes y a medida que se desciende en la jerarquía se desciende también la importancia de los caracteres aunque aumenta el nivel de detalle. Para el Reino damos caracteres destacados y generales, como: organismo pluricelular, terrestre, etc.; para la especie se dan caracteres menores como el color de las flores.
3. Es un sistema abierto ya que permite incluir a todos las plantas conocidas y aun a las que no se conocen. Si se encuentra una especie desconocida, seguramente va a pertenecer a un género ya conocido, o sino a una tribu, o subfamilia, etc. de manera que puede ser incluida sin inconvenientes en el sistema.
4. No es un sistema fijo, es móvil porque puede cambiar el alcance de los taxones, especialmente de las categorías inferiores, al aumentar el conocimiento que se tiene de cada uno de ellos. La movilidad del sistema es un inconveniente, pero es una consecuencia no deseada del acúmulo de conocimiento, ya que las clasificaciones deben responder a esos conocimientos.

La especie como categoría taxonómica de referencia

Intuitivamente todas las personas tienen el concepto de especie: diferencian el maíz del trigo, del caldén sin embargo no es tan sencillo diferenciar el caldén del algarrobo, o las diferentes especies de eucaliptos, o de tréboles, o de flechillas. Este concepto de especie es evidentemente morfológico: todas las plantas de caldén se parecen mucho entre sí; y ésta fue la primera definición de especie: “Especie es un conjunto de organismos semejantes entre sí”, que fue válida tanto para Linneo como para Darwin. Se la conoce como especie lineana.

Incorporando criterios reproductivos y genéticos podemos hacer una definición más precisa: “Especie es un conjunto de individuos semejantes, libremente fértiles y que dan descendencia fértil”, es decir, un conjunto de individuos semejantes entre sí por su aspecto, por su idéntico genoma (número característico de cromosomas), que al interfecundarse dan descendencia fértil, pero que están aisladas reproductivamente de otras especies.

Las categorías taxonómicas supraespecíficas

Son las que van desde Género hasta el Reino, aumentando su jerarquía, su integración y su complejidad. En general, cada categoría se define sobre la base de la categoría de nivel inferior, así por ejemplo: Género es un conjunto de especies con caracteres morfológicos, anatómicos y fisiológicos semejantes. En algunos casos es relativamente sencillo diferenciar los géneros, incluso en estos casos el concepto de género es popular, así los “pinos” corresponden al género *Pinus*, los “álamos” al género *Populus*, los “sauces” al género *Salix*, diferenciándose las especies mediante adjetivos, como por ejemplo “pino de Alepo”, “álamo plateado”, “sauce llorón”, etc.

En otros casos la delimitación del género no es tan evidente ni tan sencilla.

En el caso de Familia, es un conjunto de géneros con caracteres morfológicos y fisiológicos semejantes. También en este caso se han diferenciado algunas familias desde muy antiguo, Leguminosas (Fabáceas), Palmeras (Arecáceas), Gramíneas (Poáceas), Umbelíferas (Apiáceas). Este conocimiento se basa en el aspecto general de las plantas que integran cada familia, y es importante que los estudiantes de botánica aprendan a reconocer las principales familias de plantas mediante su aspecto exterior.

De la misma forma se definen las categorías taxonómicas superiores a Familia, como Orden, Clase, División, etc.

Las categorías taxonómicas infraespecíficas

Están subordinadas a la especie, por lo que son individuos libremente fértiles entre sí, con diferencias morfológicas, anatómicas, fisiológicas, ecológicas o fitogeográficas que permiten una subordinación en categorías intermedias entre la especie y el individuo.

- **Subespecie:** son poblaciones de individuos de una misma especie que ocupan ámbitos geográficos diferentes, o sea, tienen una separación espacial. Naturalmente también presentan diferencias morfológicas o de otro tipo, hereditaria, que permiten caracterizar estas subespecies.
- **Variedad:** es un conjunto de individuos de una misma especie con diferencias morfológicas, anatómicas o fisiológicas heredables, pero que viven en un mismo ámbito geográfico.

- **Forma:** los caracteres que diferencian a sus individuos también pueden ser de naturaleza morfológica, fisiológica o anatómica, hereditarios, pero poco notables.
- En las plantas cultivadas y subordinadas a la variedad se utilizan las siguientes categorías taxonómicas:
- **Cultivar:** también denominado **variedad hortícola o raza**, son individuos obtenidos por mutación o hibridación, con caracteres definidos, heredables y mantenidos artificialmente por cultivo, a veces mediante aislamiento (en especies alógamas). Los caracteres pueden ser resistencia al frío, sequía, enfermedades, color, olor, sabor, etc. En las plantas que se multiplican sexualmente, el mejoramiento conduce a diferentes cultivares de trigo, maíz, sorgo, etc.
- **Línea:** es un conjunto de individuos homocigotas, reproducidos sexualmente a partir de una semilla y seleccionados para obtener homogeneidad genética. Las líneas se utilizan generalmente por hibridación.
- **Clon:** también llamado **línea vegetativa**, es un conjunto de individuos obtenidos mediante multiplicación vegetativa (estaca, acodo, injerto, yemas, micropropagación, etc.) Son genéticamente idénticos. Son clones la "naranja de ombligo", la "acacia bola" y en general todos los frutales y ornamentales modernos.

Nomenclatura de los taxones

Principios operativos de la nomenclatura

Para lograr el objetivo fundamental de la nomenclatura, esto es, que cada taxón tenga un solo nombre válido; el Código de Nomenclatura presenta ciertas normas o criterios que deben seguirse al aplicar el nombre y que se denominan **principios operativos**. Si no se siguen estos principios los nombres aplicados no serán válidos. Los principales principios operativos son:

1. **Publicación:** Es necesario que el nombre de un taxón cualquiera, al utilizarse por primera vez sea válidamente publicado, lo que significa que debe ser publicado en trabajos impresos o en línea y disponibles para el público interesado. El medio en el cual se publica, libro, revista, etc. tiene que presentar difusión importante. Además junto al nombre del taxón debe ir una breve descripción original del mismo en latín o en inglés.
2. **Formulación:** Para que sean tenidos en cuenta los nombres de los taxones, deben ser formulados de acuerdo a lo que indica el Código

Internacional de Nomenclatura Botánica y respetar el idioma, las reglas gramaticales, la forma en que deben formularse de acuerdo a la categoría taxonómica en la que se ubica el taxón, etc.

3. **Tipificación:** todo sistema de nomenclatura se basa en el **método del tipo nomenclatural**, o simplemente **tipo**. La tipificación consiste en asociar permanentemente un nombre a un tipo, es el medio por el cual un nombre se adjudica a un taxón. El tipo es el elemento sobre el cual se basa la descripción original a la que se hiciera referencia en el punto 1 y que se publica junto con el nombre. Es variable según la categoría del taxón en tratamiento: para el nombre de la especie y los taxones subordinados a la misma, el **tipo** es un **ejemplar de herbario** denominado **ejemplar tipo**; para el nombre del género y los taxones entre género y especie, es una especie denominada **especie tipo**; para el nombre de los taxones superiores al género es un género denominado **género tipo.**

El **tipo** de un nombre es un concepto puramente nomenclatural, ya que son los nombres los que tienen tipo y no los taxones; por lo tanto no puede considerarse la tipo como "patrón" representativo de determinado taxón. Luego veremos cómo funciona en la nomenclatura el método del tipo.

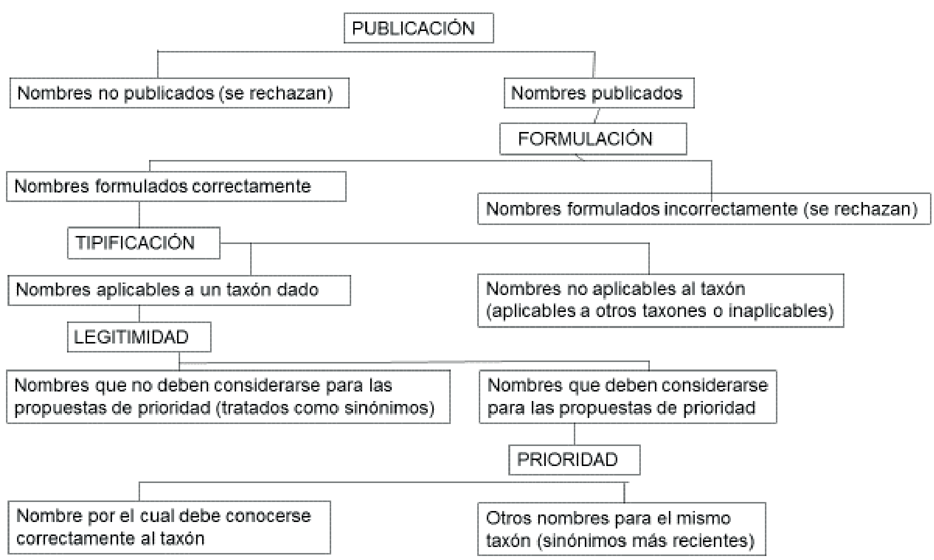
Clases de tipos

- **Holótipo**: el especimen u otro elemento usado por el autor o designado por él como el tipo nomenclatural; mientras que el holótipo existe regula automáticamente la aplicación del nombre correspondiente.
- **Isótipo**: un duplicado del holótipo, que forma parte de la recolección original.
- **Lectótipo**: especimen o elemento seleccionado a partir de material original para servir como tipo nomenclatural cuando no fue asignado un holótipo con la publicación o por pérdida. El lectótipo se debe elegir entre los isótipos, si no existen isótipos se debe elegir entre los síntipos, si tampoco hay síntipos se elige un neótipo.
- **Síntipo**: es uno de los especímenes citados originalmente por el autor que no designó holótipo o que ha enumerado simultáneamente varios como tipos.
- **Neótipo**: es un espécimen o cualquier otro elemento elegido para servir de tipo nomenclatural cuando falta todo el material sobre el cual está basado el nombre del taxon.

4. **Legitimidad:** un nombre es ilegítimo cuando no se encuadra en el Código de Nomenclatura y por consiguiente debe ser ignorado. Los casos más comunes son:
   Homónimos: nombres iguales pero basados en tipos diferentes, se utiliza el mismo nombre para taxones diferentes.
   Nombres dudosos: nombre con tipificación dudosa.
   Nombres ambiguos: nombre utilizado por diversos autores con sentido distinto.
   Nombres confusos: son aquellos basados en un tipo constituido por elementos diferentes.
   Estos nombres ilegítimos deben rechazarse aún cuándo cumplan los otros principios operativos.
5. **Prioridad:** cuando dos o más nombres se aplican a un mismo taxón, debe ser considerado como válido el más antiguo, este será el nombre prioritario o nombre válido y será el primero que se publicó. Ese nombre, el más antiguo, es el correcto, los demás deben ser considerados **sinónimos**.

El concepto de prioridad se aplica a los nombres botánicos a partir de la publicación de la obra "Species Plantarum" de Carlos Linneo en el año 1753. Los nombres anteriores a esa fecha no se consideran. Los sinónimos, si bien no deben ser utilizados, tienen validez, ya que toda la información producida bajo los diferentes sinónimos, es acumulativa para la especie.

Secuencia operativa en la nomenclatura botánica



La formulación del nombre de los taxones

Ya se ha señalado que son los taxones o taxa, los que tienen existencia real y por lo tanto es a ellos a quienes se aplican los nombres de acuerdo a las reglas nomenclaturales. El idioma utilizado es el latín, con su alfabeto y reglas gramaticales. Se admite castellanizar algunos nombres, como indicaremos oportunamente.

El nombre de toda especie es binomial, el primer nombre corresponde al género que corresponde esa especie, y el segundo es el epíteto específico. El nombre específico debe destacarse en itálica (cursiva), subrayado o en negrita, formando parte de él está la sigla, que es el nombre, por lo común abreviado y sin cursiva del autor de la especie. Ej: *Prosopis caldenia* Burk. (Nótese que la primera letra del género va en mayúscula y el resto del nombre va en minúscula). La particularidad de usar como primer nombre de una especie el nombre genérico, determina su posición taxonómica; o sea que previamente a la aplicación de un nombre a una especie determinada, se deberá inevitablemente, clasificarla hasta llegar al género dentro de la cual se ubicará la especie. Esto significa que el nombre nunca se coloca "a priori", sino que es el resultado final del proceso de clasificación de una especie.

Ello determina por lo menos dos consecuencias:

1. El nombre en sí mismo, es una breve descripción de la especie, que nos permite inferir sus características principales aún sin conocerla. Esto es consecuencia de que al ubicar a la nueva especie dentro de un género, la relacionamos con especies ya conocidas del mismo, con las que está indudablemente emparentada. Por ejemplo, al ubicar al "caldén" dentro del género *Prosopis*, lo relacionamos con otras especies tal como el "algarrobo pampeano" *Prosopis flexuosa*, el "algarrobo negro" *Prosopis nigra,* el "algarrobo blanco" *Prosopis alba* etc. Si conocemos alguna especie del género *Prosopis*, sabemos mucho del "caldén" aun sin conocerlo.
2. Implica cierta inestabilidad en el nombre, que es una consecuencia inevitable y no deseada. Los nuevos estudios de morfología, anatomía, cariología, cada vez más avanzados pueden determinar nuevos límites y redefiniciones de los géneros y paralelamente la necesidad del cambio de nombre de las especies que lo integraban.

Formación de epítetos específicos en latín

El epíteto específico no se puede usar de forma aislada, sino en combinación con el nombre genérico. Un mismo epíteto puede ir junto a diferentes nombres genéricos, e.g., *Anthemis arvensis*, *Anagallis arvensis*. Cada epíteto debe estar en el mismo género gramatical (singular, plural, neutro) que el nombre genérico. Las terminaciones más frecuentes son:

m	alb-us	nig-er	brev-is	ac-er
f	alb-a	nig-ra	brev-is	ac-ris
n	alb-um	nig-rum	brev-e	ac-re

Por ejemplo: *Lathyrus hirsutus, Lactuca hirsuta, Vaccinium hirsutum*.

Existen otras terminaciones que sirven para cualquier nombre genérico: eleg-ans, rep-ens, bicol-or, simple-x. Por ejemplo: *Ranunculus repens*, *Ludwigia repens*, *Trifolium repens*. En los epítetos por aposición el género gramatical del epíteto no tiene por que coincidir con el del nombre genérico.

Si el epíteto implica varias palabras, éstas se combinan en una sola o se ligan por guiones, por ejemplo *Scandix pecten-veneris*, *Veronica anagallis-aquatica*.

Tipos de epítetos específicos

A. Epítetos conmemorativos: nombres de personas latinizados:
   1. terminación vocal (excepto -a), se añade -i, e.g., Parodi (*Bromus parodii*), Joseh Blake (*Aster blakei*).
   2. terminación en vocal -a, se añade -e, e.g., cabrerae (Cabrera), lagascae (Lagasca).
   3. terminación en consonante diferente de -er, se añade -ii, e.g., covasii (Covas). Si es una mujer se añade -iae.
   4. terminación en -er, se añade -i, e.g., boissieri (Boissier)
   5. si el nombre se usa como un adjetivo la terminación ha de coincidir con el género, e.g., *Rubus cardianus* (F. Wallace Card), *Lepidium boelckeanum* (Osvaldo Boelcke).

B. Epítetos descriptivos:
   1. Relacionados con el color: albus, aureus, luteus, niger, virens (verde), viridis (verde);
   2. relacionados con la orientación: australis, borealis, meridionalis, orientalis;

3. relacionados con la geografía: africanus, andinus, alpestris (Alpes), hispanicus, ibericus, bonariensis;
4. 4. relacionados con el hábito: arborescens, caespitosus, procumbens;
5. relacionados con el hábitat: arvensis, campestris, lacustris,
6. relacionados con las estaciones: automnalis, vernalis;
7. relacionados con el tamaño: exiguus, minor, major, robustus.

El nombre de las categorías taxonómicas infraespecíficas

Las categorías taxonómicas infraespecíficas son la **subespecie,** la **variedad** y la **forma.**

El nombre de la subespecie: es trinomial y está constituido por el nombre específico más el subespecífico separado por la abreviatura ssp. Ej: la "avena brasilera" se llama *Avena strigosa* ssp. *strigosa*.

El nombre de la variedad: también es trinomial, pero entre el nombre específico y la variedad se usa la sigla **var**. Ej.:"avena blanca": *Avena sativa* var. *glaberrima*.

El nombre de la forma: es trinomial con la sigla **f.** entre el nombre específico y el de la forma. Ej. "ciprés dorado": *Cupressus macrocarpa* **f.** *lutea*.

El nombre de las categorías taxonómicas supraespecíficas

Para ellas se utiliza el método del tipo, utilizando el nombre del género tipo al que se agrega un sufijo que depende de la categoría a la que pertenece el taxón. Si tomamos como ejemplo al género *Rosa*, que abarca a los diferentes rosales:

Categoría	Sufijo		Taxón
	latín	castellano	
Género	------------	------------	Rosa
Tribu	eae	eas	Roseas
Subfamilia	oideae	oideas	Rosoideas
Familia	aceae	aceas	Rosáceas

Para las categorías superiores al orden no rigen la prioridad y la tipificación, pero existen recomendaciones para el uso de determinados sufijos que nos indican la categoría a la que pertenece el taxón. Ellos son:

Categoría	Sufijo		Taxón
	latín	castellano	
Orden	ales	ales	Rosales
Clase	opsida	ópsidas	Magnoliópsidas
Subdivisión	phytina	fitinas	Magnoliofitinas
División	phyta	fitas-fitos	Espermatófitos

El nombre genérico puede ser el nombre de una persona latinizado en conmemoración. La latinización de los nombres no clásicos de personas se realiza siguiendo las siguientes reglas:

- terminación vocal: se añade -a. Por ejemplo: Crisci (*Criscia*), excepto cuando acaba en a, que se añade -ea, Colla (*Collaea*).
- terminación consonante: se añade -ia. Por ejemplo: Laurent (*Laurentia*), Lagous (*Lagousia*), Lobel (*Lobelia*), Rothmaler (*Rothmaleria*), Wahlenberg (*Wahlenbergia*).

Conservación de nombres

Cada grupo taxonómico sólo puede tener un nombre correcto (asociado a un tipo nomenclatural), y es el primero que está en concordancia con las reglas nomenclaturales a partir de la fecha de origen (principio IV). Exceptuando unos casos considerados como *nomina conservanda*:

- Palmae (Arecaceae tipo Areca L.)
- Gramineae (Poaceae tipo Poa L.)
- Cruciferae (Brassicaceae tipo Brassica L.)
- Leguminosae (Fabaceae tipo Faba Mill.)
- Guttiferae (Clusiaceae tipo Clusia L.)
- Umbelliferae (Apiaceae tipo Apium L.)
- Labiatae (Lamiaceae tipo Lamium L.)
- Compositae (Asteraceae tipo Aster L.)

El nombre en las plantas cultivadas

Las plantas cultivadas, deben referirse en su nomenclatura a la especie silvestre, por ej. las "alfalfas" mejoradas se denominan *Medicago sativa*. Para los cultivares se aplicará un nombre fantasioso en idioma castellano, antecedido por la sigla c.v. ej: *Triticum aestivum* c.v. "Bordenave Puán" o *Zea mays* c.v. "Colorado la Holandesa".

Para el nombre de las líneas generalmente se utilizan números y se antepone la sigla **l.** ej: *Triticum aestivum* l. 158

En el nombre de los clones se usa la sigla **cl.**, por ej. la "pera de agua": *Pyrus communis* cl. "Williams", la "naranja de ombligo" es *Citrus sinensis* cl. "Washington Navel".

En los híbridos interespecíficos o intergenéricos, comunes en el mejoramiento de plantas, el nombre se construye de otra manera. Si los progenitores son conocidos se utiliza el símbolo "X" separando las especies que se usaron para realizar el híbrido, poniendo en primer término la especie que se usó como femenina, ej. *Populus deltoides* X *Populus nigra*, se trata de un álamo híbrido conocido como "álamo de Mussolini". También se puede aplicar un nombre nuevo al híbrido, ya que se trata de una nueva especie: *Populus* X *canadensis*.

Otro ejemplo del mismos caso es el "sauce mestizo" que se cultiva en el Delta del Paraná y se denomina *Salix babylonica* X *Salix humboldtiana* al que se colocó el nuevo nombre *Salix argentinensis*. Si los híbridos resultan ser intergenéricos (entre especies de distintos género) se denominan igual: *Triticum aestivum* X *Secale cereale*, un híbrido entre "trigo" y "centeno" conocido como "Triticale" y con el que se ha creado un nuevo género denominado X *Triticosecale*, anteponiendo el signo X al nombre del nuevo género.

Sistemas de clasificación

Sistemas empíricos (desde la antigüedad hasta el Renacimiento). Fue la primera taxonomía aplicada a las plantas, atendía fundamentalmente a objetivos utilitarios (alimento, uso textil, medicina, etc.), por lo tanto las clasificaciones abarcaban una porción limitada de las plantas existentes.

Sistemas artificiales (desde el Renacimiento hasta 1753). Estaban construidos por unos pocos caracteres elegidos como principales elegidos *a priori*", por ejemplo la forma del desarrollo, el número de piezas florales, etc. Su ventaja era la de poseer un alto valor predictivo. El sistema artificial más conocido fue *Systema Natura,* creado por Linneo en 1753. En él se ordenan 23 clases de plantas con flores, grupo que denominó *Phanerogamia,* para las que consideró como carácter principal la disposición de los ciclos reproductivos de las flores y el número, concrescencia, inserción y relación de longitud de los estambres. Se añadió además una clase vigésimo cuarta de plantas sin flores, que denominó *Cryptogamia,* que incluía los helechos, musgos, algas, hongos y algunas otras plantas vasculares con flores difíciles de reconocer (ej.: *Ficus, Lemna*). Dentro de este grupo también incluyó algunos animales como corales y esponjas.

Sistemas naturales o formales (desde 1753 hasta 1859). Seguían los mismos principios que en los artificiales pero consideraban un mayor número de caracteres. Con estos cambios se lograron mejorías pero los grupos obtenidos correspondían más a niveles de organización que a grupos de descendencia, es decir no se hacía referencia a la filogenia de los grupos. Los sistemas de clasificación más importantes de este tipo fueron los de A. L. De Jussieu (1789), A. P. De Candolle (1819), S. L. Endlicher (1836), G. Bentham & I. D Hooker (1862-1883), etc. Los sistemas de clasificación artificial y natural obtenían clasificaciones empíricas que expresan relaciones entre los organismos en términos de similitud de propiedades o de caracteres pero sin tener en cuenta cómo llegaron a poseerlos. Cualquier tipo de dato es útil, excepto los evolutivos.

Sistemas filogenéticos Aparecieron tras la publicación de *El Origen de las Especies* de C. Darwin en 1859. Al considerar a la Teoría de la Evolución, en las nuevas clasificaciones aparece ya un principio de ordenamiento jerárquico e independiente del observador que intenta relacionarlas a través de un parentesco filogenético. Son también sistemas naturales pero con el máximo contenidos de información. Las clasificaciones de A. Eichler (1883) y de H. Engler (1892) fueron algunos intentos con estas características y ya la de R. von Wettstein (1901-1908) constituye el primer sistema realmente filogenético.

El APG, *Angiosperm Phylogeny Group*, es un sistema filogenético basado en estudios moleculares combinado con estudios morfológicos que se actualiza periódicamente.

CAPÍTULO 8

Fitogeografía de argentina

Para este libro de texto hemos considerado oportuno basar este capítulo sobre la fitogeografía de Argentina en el trabajo de Cabrera (1971) aún a sabiendas de la existencia de propuestas más precisas, actualizadas e integrales y a la luz de los nuevos aportes que incluyen otros elementos del ambiente, dentro de los cuales se destaca el enfoque de las ecorregiones (Burkart *& al.* 1999). Esta decisión está fundamentada en los alcances que los autores pretendemos dar a este libro y en los contenidos curriculares que conforman las asignaturas de Botánica de Ciencias Agronómicas. En este sentido, el acento que pone Cabrera en lo referente a la descripción de las formaciones vegetales y a la ocupación y dominancia del espacio por los organismos vegetales sin descuidar la mención de los taxones que forman parte de él, nos lleva a tomar a esta obra como base documental para exponer el tema a nuestros estudiantes. No obstante, y aun considerando que en la perspectiva de ecorregiones no se presentan ejemplos detallados de especies vegetales de cada área particular, somos conscientes de la integralidad y actualización de la propuesta ecosistémica, y por esta razón hemos optado por aclarar al final de cada provincia fitogeográfica su correlación con las ecorregiones que propone Morello *& al.* (2012) en su trabajo *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos* [(1)].

Regiones, Dominios, Provincias y Distritos.

Grandes Regiones Fitogeográficas de la Tierra
(Las que se encuentran en el territorio argentino están con subrayado)

Región Holártica:
Región Paleotropical:
<u>Región Neotropical:</u>
Región Capense:
Región Australiana:

Región Antártica:
Región Oceánica:

Territorios Fitogeográficos de la Argentina (Fig. 8.1)

I. Región Neotropical
- A. Dominio Amazónico
  - *1. Provincia de las Yungas*
  - *2. Provincia Paranaense*
- B. Dominio Chaqueño
  - *3. Provincia Chaqueña*
  - *4. Provincia del Espinal*
  - *5. Provincia de la Prepuna*
  - *6. Provincia del Monte*
  - *7. Provincia Pampeana*
- C. Dominio Andino-Patagónico
  - *8. Provincia Altoandina*
  - *9. Provincia Puneña*
  - *10. Provincia Patagónica*

II. Región Antártica
- D. Dominio Subantártico
  - *11. Provincia Subantártica*
  - *12. Provincia Insular*
- E. Dominio Antártico
  - *13. Provincia Antártica*

III. Región Oceánica

Caracterización de los territorios

Región Neotropical

A. Dominio Amazónico

Ocupa toda la cuenca amazónica, la mayor parte de la cuenca del Paraná, las laderas orientales bajas de la Cordillera Andina en la zona tropical, etc. En Argentina este dominio ocupa una superficie muy reducida, pudiendo diferenciarse dos provincias fitogeográficas.

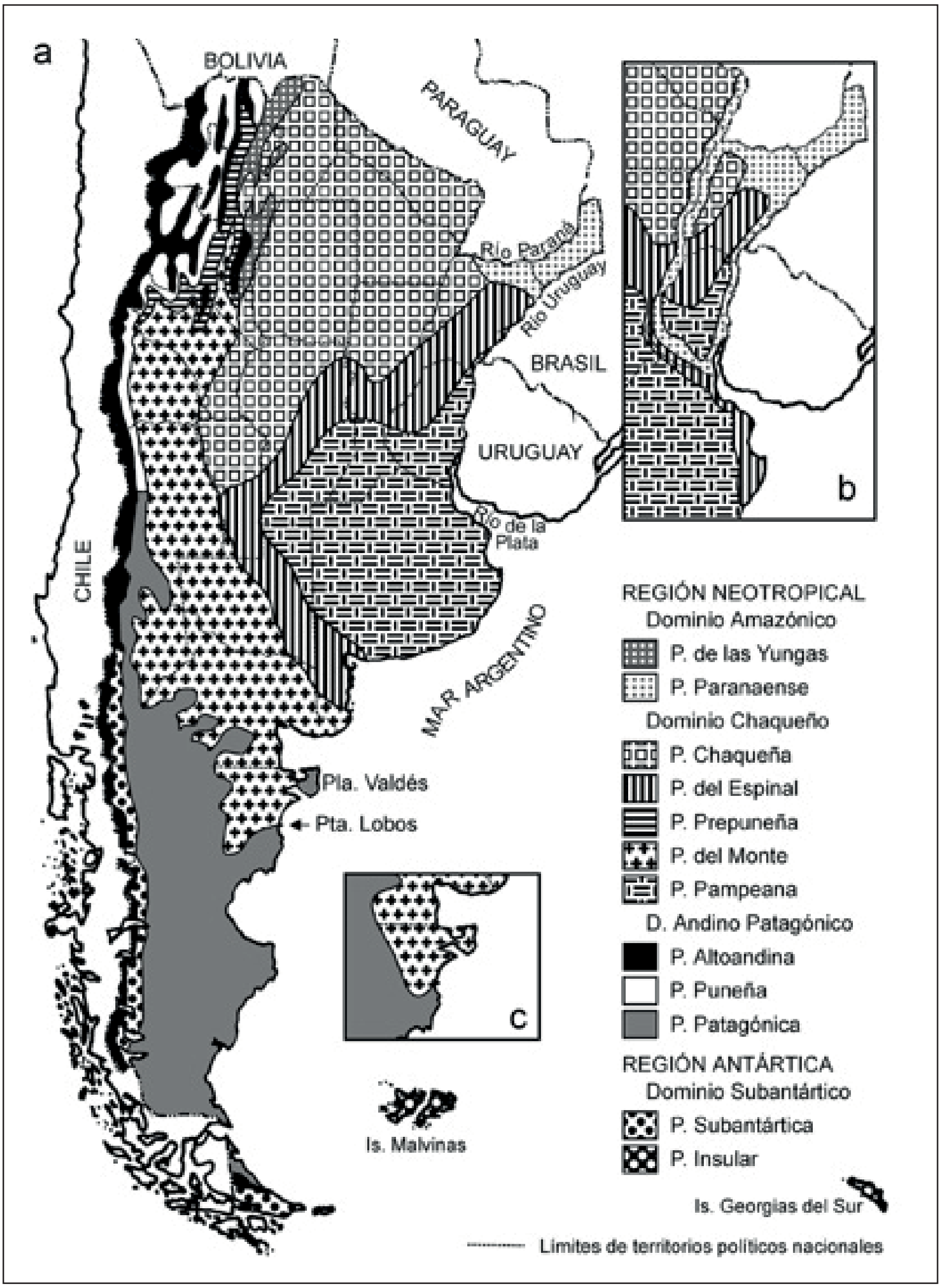


Fig. 8.1: a. Mapa de Argentina mostrando las regiones fitogeográficas con diferente trama, b. detalle del sector noreste, c. detalle del sector sureste cerca de Península Valdés. (Cabrera 1971)

1. Provincia de la Yunga

Forma una estrecha faja a o largo de las laderas orientales de las montañas del NOA, aproximadamente desde los 500 a los 2500 msm llegando en su límite austral hasta el N de la provincia de Catamarca. El clima es cálido y húmedo con lluvias estivales. Precipitación anual: 900 a 2500 mm. Temperatura media anual: 14 a 26°C se producen heladas en todo el territorio y el las zonas más elevadas nieva en forma abundante. Vegetación: selva nublada con árboles de hasta 30 m, presencia de lianas y epífitas y estrato inferior muy denso de arbustos e hierbas. En esta provincia se distinguen tres distritos: *a) Distrito de las selvas de transición* (DST), *b) Distrito de las selvas montanas* (DSM), *c) Distrito de los bosques montanos* (DBM).

Árboles frecuentes: *Phyllostylon rhamnoides, Calycophyllum multiflorum, Cordia americana, Anadenanthera colubrina* var. *cebil, Parapiptadenia excelsa, Tipuana tipu, Cedrela angustifolia, Astronium urundeuva, Handroanthus impetiginosus* en DST, *Blepharocalyx salicifolius, Ocotea porphyria, Juglans australis, Enterolobium contortisiliquum, Prunus tucumanensis, Zanthoxylum coco* en DSM, *Podocarpus parlatorei, Alnus acuminata, Polylepis australis* en DBM.

De acuerdo al ordenamiento en ecorregiones propuesto por Morello *& al.* (2012) se identifica como la ecorregión de las selvas de las Yungas en la Subregión de la Cordillera Oriental y Sierras Subandinas y la Subregión de las Sierras Pampeanas.

2. Provincia Paranaense

Abarca toda la provincia de Misiones, el extremo NE de Corrientes y continúa por el E de Paraguay y por el Brasil. Al SW limita con el Dominio Chaqueño formando un amplio ecotono donde se mezclan y alternan selvas higrófilas, bosques xerófilos, sabanas, esteros, lagunas, etc. Las selvas marginales de esta provincia se extienden hacia el S formando angostas galerías a lo largo de las riberas de los ríos Paraná y Uruguay, así como hacia el N por los cursos de los ríos de Formosa y Chaco, de Santa Fé, de Corrientes y de Entre Ríos. Clima cálido y húmedo con precipitaciones durante todo el año que oscilan entre los 1500 y los 2000 mm de acuerdo a las localidades. Temperatura media anual entre 20 y 21°C, con inviernos suaves y veranos no demasiado cálidos debido a las lluvias abundantes. Pueden haber heladas entre julio y agosto y también nevar ocasionalmente en zonas más elevadas. Relieve es accidentado con serranías de baja altura. Los suelos son

lateríticos (predominancia de hierro y aluminio), ácidos y rojos y de textura fina. La vegetación predominante es la selva y hacia el S existe una dominancia de las sabanas. Se distinguen dos distritos: *a) Distrito de las selvas mixtas, b) Distrito de los Campos.*

Árboles frecuentes en el Distrito de las selvas mixtas: *Nectandra megapotamica, Balfourodendrum riedelianum, Cabralea canjerana, Cedrela fissilis, Apuleia leiocarpa, Parapiptadenia rigida, Syagrus romanzzoffiana, Cordia trichotoma, Ficus luschnatiana, Aspidosperma polyneuron, Euterpe edulis, Araucaria angustifolia, Ilex paraguariensis,* etc.

En el Distrito de los Campos son frecuentes las sabanas de *Aristida jubata, Elionurus muticus, E. tripsacoides, Andropogon lateralis,* etc.

Morello *& al.* (2012) la identifican como Ecorregión Selva Paranaense y la subdividen en: a) Subregión Pediplano de Paraná y b) Subregión Serranías y Mesetas.

B. Dominio Chaqueño

Cubre la mayor parte de Argentina, desde el Atlántico a los Andes y desde el límite con Paraguay y Bolivia hasta el N de la provincia de Chubut. la vegetación es muy variable incluyendo bosques xerófilos caducifolios, estepas arbustivas, sabanas y praderas. Los bosques higrófilos son siempre de carácter edáfico. Predomina el clima continental con lluvias moderadas a escasas, inviernos moderados y veranos cálidos. Más allá de la diversidad de tipos de vegetación existe un predominio florístico de Leguminosas Mimosóideas (*Prosopis* y *Vachellia*), Cesalpinoideas (*Caesalpinia* y *Cercidium*), Zigofiláceas (*Larrea, Bulnesia* y *Plectocarpa*), Anacardiáceas (*Schinus, Lithraea* y *Schinopsis*), Celastráceas (*Maytenus, Schaefferia*), Rhamnáceas (*Sarcomphalus, Scutia*), Caparidáceas (*Capparis, Acanthosyris*), Ulmáceas (*Celtis*), Cactáceas y Bromeliáceas.

3. Provincia Chaqueña

Esta provincia fitogeográfica se extiende por las provincias políticas de Formosa, Chaco, Santiago del Estero, E de Salta, de Jujuy, de Tucumán, de Catamarca y de La Rioja, N de San Luis, de Córdoba, y de Santa Fé, y NE de Corrientes. El relieve es de llanuras y de serranías bajas, con clima continental, cálido y precipitaciones principalmente estivales que van de los 500 mm a los 1200 mm de W a

E. Temperatura media anual entre 20 y 23°C. La formación vegetal predominante es el bosque xerófilo caducifolio, pero también existen palares, sabanas y estepas halófilas. Se distinguen cuatro distritos: *a) Distrito Chaqueño Oriental* (DCOR), *b) Distrito Chaqueño Occidental* (DCOC), *c) Distrito Chaqueño Serrano* (DCS) y *d) Distrito de las Sabanas* (DS).

Árboles frecuentes: *Aspidosperma quebracho-blanco, Schinopsis balansae, Caesalpinia paraguariensis, Gleditsia amorphoides, Astronium balansae, Cordia americana, Handroanthus heptaphyllus,* en DCOR, *Ruprechtia laxiflora, Prosopis kuntzei, Sarcomphalus mistol, Prosopis nigra, Ceiba chodatii* en DCOC, *Schinopsis lorentzii, Lithraea molleoides, Schinus areira, Acacia visco,* etc. en DCS. En DS es frecuente *Eliourus muticus* con *Bothriochloa barbinodis, Schizachyrium microstachyum, Anthaenantia lanata,* etc.

El sector occidental de esta provincia fitogeográfica se corresponde con la Ecorregión Chaco Seco mientras que un área importante del sector oriental corresponde a las Ecorregiones Chaco Húmedo y Esteros del Iberá. Chaco Seco está a su vez dividida en tres subregiones: a) Chaco Semiárido, b) Serrana y c) Árida, mientras que la Ecorregión Chaco Húmedo abarca las Subregiones del Chaco de Bosques y Cañadas y la de la Gran Depresión Central.

4. Provincia del Espinal

Forma un arco irregular en torno a la Provincia Pampeana abarcando el centro de Corrientes y N de Entre Ríos, centro de Santa Fé y de Córdoba, gran parte de San Luis, centro de La Pampa y el S de Buenos Aires. Existen comunidades de carácter edáfico que se prolongan por el E a lo largo de las barrancas del río Paraná y el NE de Buenos Aires y por el W a lo largo de ríos y depresiones. El relieve está caracterizado por llanuras, serranías bajas y médanos. El clima es cálido y húmedo hacia el N, y templado y seco en el sector W. La precipitación varía entre los 340 mm y los 1170 mm y la temperatura media anual de 15 a 20°C. La vegetación predominante es el bosque xerófilo similar al de la Provincia Chaqueña pero más bajo, donde los árboles del género *Prosopis* son los dominantes. Junto a esta vegetación coexisten palmares, sabanas y estepas. Se distinguen tres distritos: *a) Distrito del Ñandubay, b) Distrito del Algarrobo* y *c) Distrito del Caldén*

Especies frecuentes:

Arbóreas: *Prosopis affinis, Prosopis nigra, Prosopis alba, Acacia caven, Geoffroea decorticans, Schinus longifolius, Celtis ehrembergiana, Aspidosperma quebracho-blanco.* Comunidades edáficas de *Butia yatay*

Arbustivas: *Castela tweedii, Senna corymbosa, Eugenia uniflora, Tabernamontana catharinensis, etc.*

Herbáceas: gramíneas de los géneros *Nassella, Jarava, Aristida, Paspalum Setaria, Bothriochloa, Elionurus.*

Particularmente en el Distrito del Caldén las especies arbóreas frecuentes son:

Prosopis caldenia, Prosopis flexuosa, Geoffroea decorticans, Jodina rhombifolia, Schinus fasciculatus, Ximenia americana, Condalia microphylla, Capparis atamisquea.

Entre los arbustos se puede encontrar *Senna aphylla, Prosopidastrum angusticarpum, Larrea divaricata, Lycium chilense, Ephedra triandra*, etc.

En el estrato herbáceo: *Trichloris crinita, Elionurus muticus, Setaria leucopila, Jarava ichu, Nassella tenuissima, Nassella tenuis, Piptochaetium napostaense, Poa lanuginosa, Poa ligularis.*

El sector NE de esta Provincia fitogeográfica correspondería a la Ecorregión Campos y Malezales. El resto de su extensión correspondería en gran parte a la Ecorregión Espinal que se divide en las Subregiones: a) Cuenca del Paraná con Ñandubay, b) Llanura Chaco Pampeana con Algarrobo y c) Llanura Chaco Pampeana con Caldenal

5. Provincia de la Prepuna

Se extiende a través de las laderas y quebradas secas montañas del NOA desde Jujuy hasta La Rioja. El sector más alto, entre los 2000 y los 3400 msm se ubica al norte entre la Provincia Puneña y la Provincia de las Yungas. Hacia e S desciende hasta los 1000 msm extendiéndose en gran parte entre la Provincia Puneña y la Provincia del Monte. El clima es cálido y seco con lluvias exclusivamente estivales. La vegetación es una estepa arbustiva xerófila a la que se suman cardonales, bosquecillos enanos, caméfitos pulvinados de bromeliáceas y otras formaciones.

Especies frecuentes: *Gochnatia glutinosa, Senna crassiramea, Aphyllocladus spartioides, Proustia cuneifolia, Arquita trichocarpa, Chuquiraga erinacea, Zuccagnia punctata, Lycium ciliatum, Junelia*

juniperina, las cactáceas *Trichocereus atacamensis, T. terscheckii* y otras de los géneros *Lobivia, Cylindropuntia, Tephrocactus* y *Parodia*.

Esta provincia fitogeográfica forma parte de las Ecorregiones de la Puna y del Monte de Sierras y Bolsones.

6. Provincia del Monte

Se extiende por el W de Argentina, desde el Valle de Santa María en Salta, a través del centro y E de San Juan y Mendoza, centro y E de Neuquén, W de La Pampa, centro y E de Río Negro hasta el NE de Chubut. En sus límites orientales presenta grandes áreas ecotonales de transición con las provincias Chaqueña y del Espinal. Los límites occidentales son las Provincias de la Prepuna y Patagónica. El relieve está constituido por llanuras arenosas, laderas bajas, valles y mesetas. El clima es cálido y seco al N y fresco y seco al S. La precipitación anual varía entre 80 y 250 mm y la temperatura media anual entre 13 y 17.5°C. La vegetación predominante es el arbustal o la estepa arbustiva xerófila, psammófila o halófila. Los arbustos dominantes pertenecen a diferentes especies de los géneros *Larrea* y *Prosopis*.

Otras especies frecuentes:

Arbustos: *Larrea cuneifolia, Larrea divaricata, Plectrocarpa rougesii, Senna aphylla, Zuccagnia punctata, Cercidium praecox, Monttea aphylla, Bulnesia retama, Prosopis flexuosa* var. *depressa, Bougainvillea spinosa*.

En la provincia de La Pampa son frecuentes los arbustales de jarilla (*Larrea divaricata, L. nitida* y *L. cuneifolia*), alpataco (*Prosopis flexuosa* var. *depressa*), tomillo macho (*Junellia seriphioides*), monte negro (*Bougainvillea spinosa*), llaullín espinudo (*Lycium tenuispinosum*), romerillo (*Senecio subulatus*), retamilla (*Neosparton aphyllum*).

La Provincia fitogeográfica del Monte queda actualmente formando parte de dos Ecorregiones, al Norte por la del Monte de Sierras y Bolsones y al Sur por la del Monte de Llanuras y Mesetas. Esta última, a su vez se divide en las Subregiones Septentrional y Austral.

7. Provincia Pampeana

Se extiende desde el S de Entre Ríos, Santa Fé y Córdoba, casi toda la provincia de Buenos Aires y el E de La Pampa ocupando las llanuras orientales de Argentina entre los paralelos 31° y 39° de latitud S. Limita al W con la provincia del Espinal y al E con el Océano Atlántico. El relieve es una llanura con ondulaciones y algunas serranías aisladas

que no sobrepasan los 1200 msm. Los ríos son de cauce lento y existen lagunas salinas o de agua dulce. El suelo es pardo o negro, con materia orgánica, en el W se torna arenoso y al SW es delgado sobre un manto calcáreo de tosca. El clima es templado-cálido con lluvias que disminuyen de N a S y de E a W, variando entre los 1100 y los 600 mm al año. La temperatura media anual varía entre los 13 y los 17 °C. La vegetación dominante es una estepa graminosa, coexistiendo con estepas psammófilas y halófilas, praderas y bosques marginales y áreas de vegetación hidrófila. En la actualidad, esta vegetación está totalmente transformada debido a la actividad agrícola-ganadera. Se distinguen aquí cuatro distritos: *a) Distrito Uruguayense, b) Distrito Pampeano Oriental, c) Distrito Pampeano Occidental* y *d) Distrito Pampeano Austral*.

Especies frecuentes: gramíneas pertenecientes a los géneros *Piptochaetium, Nassella, Jarava, Amelichloa, Aristida, Melica, Briza, Bromus, Eragrostis, Poa,* y dicotiledóneas de los géneros *Oxalis, Vicia, Erodium, Symphyotrichum, Baccharis, Adesmia,* etc.

Corresponde a la Ecorregión Pampa que se divide en las Subregiones Pampa Húmeda y Pampa Subhúmeda. Abarcaría también una porción NE del Complejo Terrazas y Valles de Inundación de la Ecorregión Espinal.

C. Dominio Andino-Patagónico

Se extiende por el extremo occidental de Argentina desde el límite con Bolivia hasta el S de Mendoza y continuando como una faja más ancha hasta finalizar en el Atlántico en las provincias de Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. El clima es frío y seco con heladas durante casi todo el año y nevadas en el invierno. Existe una gran riqueza de géneros endémicos principalmente dentro de las Compuestas, Gramíneas, Verbenáceas, Solanáceas y Crucíferas. Entre las Leguminosas se destacan por su gran cantidad de especies los géneros *Astragalus* y *Adesmia*. La vegetación dominante es la estepa de cojines arbustivos o la estepa herbácea.

8. Provincia Altoandina

Abarca las altas montañas de los Andes desde el límite con Bolivia formando una delgada faja hasta Tierra del Fuego. Las alturas van disminuyendo hacia el S, desde más de 4400 msm en Jujuy y Salta,

a los cerca de 3000 msm en Mendoza, 1600 msm en Río Negro y Neuquén, y 500 msm en Tierra del Fuego. El clima es frío y seco de alta montaña, los suelos son inmaduros, arenosos o rocosos y las precipitaciones en forma de granizo o nieve en cualquier época del año. La temperatura media anual es inferior a los 8°C. Se distinguen tres distritos: *a) Distrito Quichua* (DQ), *b) Distrito Cuyano* (DC), *c) Distrito Austral* (DA).

Especies frecuentes: *Festuca orthophylla, F. chrysophylla, Poa gymnantha, Pappostipa frigida, Pappostipa chrysophylla* en DQ, *Pappostipa speciosa, Poa holciformis, Pappostipa vaginata, Adesmia pinifolia, A. obovata,* en DC. En DA es frecuente *Festuca weberbauerii, F. monticola* y *Poa obvallata*.

Los Distritos Quichua y Cuyano de esta Provincia fitogeográfica quedarían comprendidos actualmente en la Ecorregión Altos Antes que se subdividen a su vez de acuerdo al nivel de precipitación en tres Subregiones: a) Altos Andes Desérticos, b) Altos Andes Semiáridos y c) Altos Andes Subhúmedos. El Distrito Austral de la Provincia Altoandina formaría parte de la Ecorregión Bosques Patagónicos.

9. Provincia Puneña

Se extiende en las montañas y mesetas del NOA, desde el límite con Bolivia hasta el N de Mendoza y desde los 3400 msm y los 4500 msm hasta los 2000 msm respectivamente. Con un clima frío y seco, la temperatura media anual varía entre 7.5 y 9.9 °C. La precipitación disminuye en forma muy marcada de E a W desde los 324 mm hasta los 103 mm. La vegetación dominante son estepas arbustivas, pero existen también estepas herbáceas y vegas o mallines. Las formas de vidas son netamente xerófilas. La agricultura es casi nula, restringiéndose solo a las vegas y valles de quebradas. La ganadería es extensiva criándose ovejas y llamas.

Especies frecuentes: *Fabiana densa, Baccharis boliviensis, Adesmia horrida, Junellia seriphioides, Baccharis tola* var. *incarum, Aloysia salsoloides, Ephedra breana, Tetraglochin cristatum, Senecio viridis,* etc.

Dentro de esta provincia fitogeográfica quedaría incluida la Ecorregión Puna que se divide en las Subregiones Septentrional y Meridional.

10. Provincia Patagónica

Se extiende desde la precordillera de Mendoza hacia el S, ocupando la parte occidental de Neuquén y Río Negro gran parte de Chubut y Santa Cruz y el N de Tierra del Fuego. El clima es frío y seco con vientos intensos y heladas todo el año y nevadas durante el invierno. El relieve está formado por mesetas y montañas bajas con suelos esqueléticos y en la actualidad fuertemente degradados por sobrepastoreo. La precipitación media anual varía desde los 100 mm en los sectores más áridos hasta los 500 mm en el sector más húmedo en el borde occidental de la provincia. La temperatura media anual varía entre los 13.4°C a los 5°C. La vegetación dominante es una estepa arbustiva xerófila con la que pueden coexistir los caméfitos pulvinados. En los distritos más húmedos predominan las estepas graminosas. Se distinguen seis distritos: *a) Distrito de la Payunia*, que ha sido propuesta como provincia fitogeográfica en sí (Martínez Carretero, 2004), *b) Distrito Patagónico Occidental, c) Distrito Patagónico Central, d) Distrito del Golfo de San Jorge, e) Distrito Patagónico Subandino, f) Distrito Fueguino.*

Especies frecuentes: *Ephedra ochreata, Grindelia chiloensis, Junellia seriphioides, Chuquiraga rosulata, C. avellanedae, Mulinum spinosum, Retanilla patagonica, Colliguaja integerrima, Nassauvia axillaris, N. glomerulosa, Ameghinoa patagonica, Pappostipa humilis, Jarava neaei, Pappostipa speciosa, Poa huecu, Festuca argentina, F. pallescens, F. gracillima,* etc.

Corresponde a la Ecorregión Estepa Patagónica. Esta se divide en cinco Subregiones: a) la Payunia, b) Subandina, c) Central, d) Golfo de San Jorge y e) Tierra del Fuego e Islas del Atlántico Sur.

<u>Región Antártica</u>

D. Dominio Subantártico

Se extiende a lo largo de la Cordillera de los Andes desde los 37° S hasta el Cabo de Hornos. Abarca casi toda la Tierra del Fuego, el archipiélago del sur de Chile, la Isla de los Estados, Georgia del Sur y las Islas Malvinas. El clima es templado a frío y húmedo con heladas todo el año y nevadas en el invierno.

11. Provincia Subantártica

Abarca el área geográfica antes indicada excepto las Islas Malvinas y la Georgia del Sur, sobre montañas y valles transversales. El clima es templado y húmedo, con una temperatura media anual que varía de N a S. entre los 9.5°C y los 5.4°C. En el límite con Chile la precipitación anual es de 2000 mm, disminuyendo hacia el E hasta los 700 u 800 mm. La vegetación dominante es el bosque caducifolio o perennifolio que coexiste con praderas y turberas. Se distinguen cuatro distritos: *a) Distrito del Pehuén, b) Distrito del Bosque Caducifolio, c) Distrito valdiviano, d) Distrito Magallánico*.

Árboles frecuentes: *Araucaria araucana, Nothofagus pumilio, N. antarctica, N. obliqua, N. alpina, N. dombeyi, Gevuina avellana, Persea lingue, Austrocedrus chilensis, Lomatia hirsuta, Maytenus boaria,* etc.

Arbustos frecuentes: *Ribes magellanicum, Escallonia virgata, Nardophyllm bryoides, Aristotelia chilensis, Azara microphylla, Berberis darwinii, B. microphylla*, y gramíneas leñosas como *Chusquea culeou*.

Esta provincia fitogeográfica integraría la Ecorregión Bosques Patagónicos que se divide en dos Subregiones: a) Bosques Septentrionales y b) Bosques Meridionales.

12. Provincia Insular

Abarca las Islas Malvinas, la Georgia del Sur y otras islas al N del paralelo 60°S. El clima es frío y húmedo con nieve en gran parte del año. La vegetación dominante son las estepas y praderas graminosas, los arbustales bajos y la tundra. La flora es similar a la de la Provincia Subantártica pero faltan las especies arbóreas.

Especies frecuentes: *Poa flabellata, Carex trifida, Senecio littoralis, Luzula alopecurus, Poa alopecurus, Cortaderia pilosa, Avenella flexuosa, Empetrum rubrum, Gaultheria pumila,* etc.

Esta provincia fitogeográfica quedaría integrada en la Ecorregión Mar Argentino.

E. Dominio Antártico

Se extiende por toda la Antártida y las islas cercanas ubicadas al S del paralelo 60° S. El clima es frío y la temperatura inferior a 0°C con hielo y nieve durante todo el año. La vegetación queda limitada a las zonas costeras durante el corto verano polar o en las paredes rocosas verticales. También existen formaciones de líquenes y musgos

en las islas que presentan actividad volcánica con temperatura algo más elevada.

13. Provincia Antártica

Las comunidades vegetales quedan restringidas a algunas algas y céspedes de musgos y líquenes. Solo se registran dos especies de plantas vasculares nativas, una gramínea: *Deschampsia patula* y una cariofilácea: *Colobanthus quitensis*. Entre las exóticas se registra *Poa annua* y *Poa pratensis*.

Región Oceánica

Ocupa los océanos de todo el mundo donde dominan las algas verdes, rojas y pardas. Algunas especies vasculares son más comunes en los mares tropicales. Dentro de esta región y en la Argentina se han propuesto cuatro provincias, que de acuerdo a Morello *& al* (2012) quedan incluidas en la Ecorregión Mar Argentino:

a) Provincia Uruguayo-Bonaerense, desde la boca del Río de La Plata hasta Península de Valdés.

b) Provincia Patagónica, a lo largo de la costa patagónica

c) Provincia Fueguina, en la costa de Tierra del Fuego.

d) Provincia Antártica, en la costa de la Antártida y las islas vecinas.

CAPÍTULO 9

Glosario de términos botánicos

A-: prefijo que indica privación o negación.
Abanico: ver flabelado.
Abaxial: superficie de un órgano situada del lado contrario al eje que la soporta. Cara inferior de la hoja. Se opone a adaxial.
Abrazadora: hoja que rodea total o parcialmente al tallo por su base.
Acampanada/o: con forma de campana.
Acanalada/o: órgano con canales o surcos.
Acaule: sin tallo; de tallo tan corto que parece inexistente.
Acicular: con forma de aguja.
Acintada/o: órgano alargado y de bordes paralelos a modo de cinta.
Aclamídea: flor sin perianto.
Acorazonada/o: ver cordiforme.
Acrescente: órgano que continua creciendo después de formado.
Acrópeto: crecimiento que se efectúa desde la base hacia el ápice.
Acrótona: espiguilla pluriflora de gramíneas con antecios fértiles en el ápice y estériles en la base.
Actinomorfa: flor con más de un plano de simetría, o sea, con simetría radiada.
Acuática: plantas que cumplen su ciclo vital bajo el agua o en su superficie.
Aculeada/o: con aguijones.
Aculeo: aguijón.
Acumbentes: disposición de los cotiledones en un embrión curvo en el que la radícula se ubica en el surco que queda entre los dos cotiledones.
Acuminada/o: ápice de un órgano terminado gradualmente en punta aguda.
Adaxial: parte del órgano situada hacia el eje portador. Lo contrario de abaxial.
Adherente: soldado o adherido a otro órgano.
Adnato: adherente, órgano soldado a otro.
Adosado/a: apoyado o arrimado a otro por su dorso.
Adpreso/a: apretado contra la superficie de un órgano.

ADVENTICIA/O: las plantas exóticas que aparecen, en una región propagándose por sus propios medios; cuando ella se aclimata y establece, se transforma en una planta naturalizada. Se aplica también a un órgano que puede desarrollarse en otra parte de la planta que no es la normal o propia, por ejemplo, raíces.
AERÉNQUIMA: parénquima con grandes espacios intercelulares, aeríferos, que se desarrolla en plantas acuáticas o palustres.
AFELPADO: ver tomentoso.
ÁFILA/O: sin hojas.
AGALLA: tumor que se forma en los vegetales por diversos parásitos.
AGÁMICA/O: carece de órganos sexuales. Multiplicación de un individuo sin la intervención de gámetas.
AGROSTOLOGÍA: la rama de la Botánica que estudia las gramíneas.
AGUDO/A: órgano terminado en punta, cuyos bordes forman un ángulo agudo.
AGUIJÓN: estructura punzante de origen superficial (epidémico).
ALA: dilatación laminar, en la superficie de distintos órganos.
ALADO/A: provisto de ala o de alas.
ALBO: prefijo que significa blanco.
ALBUMEN: tejido nutricio que acompaña al embrión en la semilla. Se emplea el término sin importar el origen del tejido nutricio tanto para las semillas endospermadas, como para las perispermadas y las protaladas.
ALBUMINADA: semilla que contiene albumen.
ALBURA: parte más joven del leño más porosa, clara y periférica.
ALESNADO/A: ver subulado
ALEURONA: reserva proteica en forma de gránulos de algunas semillas.
ALOCORA: plantas que presentan alocoria.
ALOCORIA: forma de diseminación mediante la cual, las plantas se valen de agentes externos como el viento, los animales o el agua.
ALÓGAMA/O: plantas que presentan alogamia.
ALOGAMIA: fecundación de una flor con polen de otra flor, de la misma planta o de otra planta.
ALÓTROFO: organismo que se nutre con sustancias elaboradas por otro
ALTERNA/S: hojas dispuestas de a una por nudo del tallo con más de dos ortósticos; no son opuestas ni verticiladas. En una plántula las hojas alternas se reconocen por tener tamaño y frecuentemente, forma diferentes.
ALTERNANCIA: en la filotaxis, regla por la cual las piezas de dos verticilos consecutivos alternan entre sí. Así, las hojas opuestas de un nudo están cruzadas con las del nudo siguiente, o sea, a 90º.

ALTERNIPÉTALO: piezas de un verticilo floral que alterna con los pétalos.
ALTERNISEPALO: piezas de un verticilo floral que alterna con los sépalos
ALVEOLADO: superficie con hoyitos o alvéolos que semejan un panal.
AMARIPOSADA: ver PAPILIONADA
AMENTIFLORA/O: se aplica a las plantas que presentan las flores en amentos.
AMENTIFORME: con forma de amento.
AMENTO: inflorescencia comúnmente péndula, con flores inconspicuas, generalmente unisexuales.
AMPLEXICAULE: que abraza al tallo.
ANÁLOGOS: órganos con diferente origen pero con forma y funciones similares.
ANÁTROPO: óvulo girado 180° sobre su base de manera que el micrópilo se ubica junto al hilo y el funículo se suelda lateralmente dando origen a la rafe.
ANDROCEO: conjunto de estambres, los órganos masculinos de la flor.
ANDRODIOICA/O: especie que presenta unas plantas con flores hermafroditas y otras con flores masculinas.
ANDROGINÓFORO: porción alargada del eje de la flor situada entre el perianto y el androceo, que lleva también el gineceo.
ANDROMONOICA: especie que presenta plantas con flores hermafroditas y flores masculinas sobre un mismo pie.
ANEMOCORA/O: se aplica a las plantas en cuya diseminación participa el viento.
ANEMÓFILA/O: ver anemógama.
ANEMÓGAMA/O: se aplica a las plantas, flor, etc. con polinización efectuada por el viento.
ANFIANTIA: en la misma planta se encuentran flores aéreas y escondidas.
ANFICARPIA: en la misma planta se encuentran frutos aéreos y subterráneos.
ANILLADA/O: provisto de engrosamientos de forma anular.
ANISOFILIA: presencia de diferentes formas foliares en la misma rama, respondiendo a la disposición de las mismas respecto al horizonte y al eje caulinar.
ANISOSTÉMONA: flor con distinto número de estambres que de pétalos.
ANTECIO: en las gramíneas, casilla formada por las glumelas (lemma y pálea) que incluye la flor.
ANTELA: inflorescencia semejante a un tirso, todas las ramas laterales superan en longitud al eje principal.
ANTELAR: inflorescencia próxima a una antela.
ANTERA: parte del estambre que lleva los sacos polínicos.
ANTERIDIO: órgano masculino que produce anterozoides.

ANTEROZOIDE: gámeta masculina que carece de movilidad y es propia de las plantas superiores.

ANTESIS: apertura de la flor para la polinización.

ANTOCARPO: fruto protegido por las piezas florales acrescentes y persistentes.

ANTÓFITA/O: planta que presentan flores.

ANTOPODIO: se aplica al callo en general agudo y con pelos; está formado por un artejo de la raquilla y la base de la lemma, por ejemplo *Nassella* y *Piptochaetium*.

ANTRORSO/A: se aplica a la disposición de los pelos, dirigidos hacia adelante o hacia el ápice del órgano. Se opone a RETRORSO.

ANUAL: planta que cumple su cielo en un año o menos, durante el cual florece, fructifica y muere. Se opone a PERENNE.

ANULAR: con forma de anillo.

AOVADA/O: ver ovada.

APANOJADO: en forma de panoja.

APARASOLADO: con forma de sombrilla o parasol.

APAREADO/A: órganos o estructuras que se presentan de a pares.

APENDICULADO: que tiene un apéndice.

APERIANTADA: flor sin perianto, es decir sin órganos protectores.

APÉTALA: flor sin pétalos.

APICAL: que se encuentra en el ápice.

APICE: extremo de un órgano.

APICULADA/O: con apículo.

APÍCULO: puntita.

APLICADO/A: dispuesto en forma apretada contra una superficie u órgano.

APOCÁRPICO: ver dialicarpelar.

APOGAMIA: pérdida de la reproducción sexual.

APOMIXIS: formación de embriones sin fecundación.

APOROGAMIA: penetración del tubo polínico al óvulo por un lugar distinto del micrópilo.

APÓTORPO: óvulo anátropo girado en sentido horario; con respecto a la placenta, si el óvulo es erguido, la rafe es ventral o interna y si el óvulo es péndulo la rafe es dorsal o externa.

APOYANTE: planta que crece apoyándose sobre otra.

ÁPTERA/O: sin alas.

AQUENIO: fruto seco, indehiscente, con pericarpo no soldado a la semilla. Ver también CIPSELA.

AQUILLADO/A: los órganos que presentan una formación semejante a quilla de un bote, es decir, el dorso pronunciado agudamente a nivel del nervio medio.

ARAUCARIOIDE: leño que presenta traqueidas con punteaduras areoladas dispuestas en más de una hilera.

ÁRBOL: planta leñosa, generalmente con un tallo con ramas a cierta altura.

ARBORESCENTE: con forma de árbol.

ARBUSTIFORME: de condición parecida al arbusto, por su desarrollo y dimensiones.

ARBUSTO: planta leñosa, generalmente ramificada desde su base.

ÁREAS DISYUNTAS: en Geobotánica se aplica a las áreas fragmentadas; dos o más áreas están muy distanciadas unas de las otras. Se aplica a las áreas geográficas distanciadas que presentan algunos géneros o especies.

ARÉOLA: grupo de aguijones, finos y delicados de las Cactáceas.

ARILO: excrecencia de origen funicular, que cubre las semillas de algunos frutos.

ARISTA: punta larga, delgada, rígida.

ARISTADA/O: con arista, lo contrario de MÚTICO.

ARISTIFORME: en forma de arista.

ARÍSTULA: arista pequeña, corta.

AROMÁTICA/O: planta o alguna de sus partes que presenta aroma.

ARQUEGONIO: estructura portadora de la oosfera o gameta femenina.

ARRAIGADA: planta que tiene raíces que la fijan al sustrato.

ARRIÑONADO: ver RENIFORME.

ARROSETADO: ver ROSULADO.

ARTEJO: cada uno de los segmentos que forma la raquilla y el raquis. Segmento de un eje articulado.

ARTICULACIÓN: zona de ruptura o desprendimiento de un artejo o de una espiguilla.

ARTICULADO: con artejos.

ARTÍCULO: ver artejo.

ARVENSE: que crece en huertos y campos cultivados.

ASCENDENTE: órgano horizontal que se encorva y alcanza la vertical.

ASERRADO: ver serrado.

ASEXUADA/O: sin sexo.

ASIFONÓGAMA/O: se aplica a las plantas que no producen tubo polínico.

ASIMÉTRICO: que no puede dividirse en dos partes similares.

ASIMILADOR/A: que realiza fotosíntesis.

ÁSPERO: ver escabroso.

ATACTOSTELA: tallo con hacecillos vasculares dispuestos en varios ciclos.

ATENUADO: adelgazado, estrechado.

AURÍCULA: apéndice en forma de oreja.

AURICULADA/O: provisto de aurículas.
AUTOCORA: planta que presenta autocoria.
AUTOCORIA: forma de diseminación en la cual, la planta se vale de sus propios medios, sin recurrir a agentes externos.
AUTÓCTONA/O: se aplica a las plantas propias o nativas de una región o país, que crecen salvajes o sin cultivo alguno.
AUTOGAMIA: fecundación de una flor por su propio polen.
AUTOPOLINIZACIÓN: polinización con polen de la misma flor.
AUTÓTROFO/A: organismo que se nutre por si mismo.
AVASCULAR: que no tiene estructura vascular.
AXIAL: relativo a un eje.
AXILA: fondo del ángulo superior que forma una hoja o bráctea con el eje del tallo donde se inserta.
AXILAR: situado u originado en la axila de las hojas.
BACCIFORME: con forma de baya.
BALAUSTA: fruto carnoso, de ovario ínfero, pluriseminado con las semillas con episperma jugoso
BALOCORA: cuando la planta presenta mecanismos propios para efectuar la diseminación.
BAROCORA: cuando los disemínulos se desprenden de la planta madre y caen por su propio peso (por gravedad)
BASAL: propio de la base o relativo a ella.
BASIFIJO/A: fijo o adherido por su base.
BASÍPETO: crecimiento que se realiza en la base.
BASÍTONA: espiguilla pluriflora de gramíneas con antecios fértiles en la base y estériles en el ápice.
BAYA: fruto con el mesocarpo y el endocarpo carnosos.
BI: prefijo que indica dos.
BIAQUILLADO: con dos quillas o carinas, igual a BICARINADO.
BIARISTADO/A: provisto de dos aristas.
BICARINADO: biaquillado.
BICILIADO: con dos cilios.
BIDENTADO: con dos dientes.
BIENAL: planta con ciclo vegetativo de más de un año y menos de dos.
BÍFIDO: el órgano profundamente dividido en dos partes en el ápice.
BIFLORA: espiguilla que lleva dos antecios.
BIFURCADO: órgano que se divide en dos partes.
BIGENICULADA: tiene dos codos o genículos.
BILABIADA/O: corola gamopétala que termina en dos labios.
BILATERAL: simetría en la cual un solo plano divide al órgano en dos partes iguales.

BILOBADA/O: con dos lóbulos.
BILOCULAR: con dos cavidades o lóculos.
BINODAL: lleva dos nudos.
BÍPARA: cima que se divide en dos ramas.
BIPINNADA: hoja compuesta en la cual cada folíolo o pinna se encuentra dividido en pinnulas
BISERIADO: forma dos hileras longitudinales.
BISEXUADA: con los dos sexos.
BITECA: con dos tecas.
BIVALVO: con dos valvas.
BRÁCTEA: hoja situada en la cercanía de la flor, distinta de las hojas normales.
BRACTÉOLA: en las inflorescencias compuestas, pequeña bráctea que se inserta en la base de los pedúnculos florales.
BRAQUIBLASTO: tallo corto de crecimiento definido.
BREVICAULE: con tallo breve.
BULBÍFERA: que lleva bulbos.
BULBIFORME: en forma de bulbo o semejante a él.
BULBILLO: ver BULBILO.
BULBILO: yema ordinariamente carnosa aérea o subterránea que nace en la axila de una hoja, en su margen o en las inflorescencias y sirve para reproducción vegetativa.
BULBO: yema subterránea con hojas modificadas (catafilos), generalmente en órganos reservantes y porción axial reducida. Pueden ser:
BULBO ESCAMOSO: la yema está protegida por catafilos carnosos, estrechos e imbricados.
BULBO MACIZO O SÓLIDO: la yema está rodeada por el platillo o cormo que adquiere gran desarrollo envolviéndola casi completamente. También se lo denominó CORMO.
BULBO TUNICADO: la yema está protegida por catafilos carnosos y envolventes.
CABEZUELA: inflorescencia globosa, con flores sésiles o subsésiles.
CADUCIFOLIO/A: árbol o arbusto que pierde las hojas en la estación desfavorable.
CADUCO: caedizo, que se desprende o desarticula. Poco durable o efímero. Lo contrario de PERSISTENTE.
CAEDIZO: caduco, que cae fácilmente.
CÁLAZA: en el óvulo es la base de la nucela donde el hacecillo vascular que penetra por el funículo se ramifica para inervar los tegumentos.
CALAZAL: relativo a la cálaza.

CALAZOGAMIA: en la aporogamia es la penetración del tubo polínico en el óvulo por la cálaza.
CALCÍCOLA: planta que prefiere suelos ricos en calcio.
CALCÍFUGA: planta que no puede vivir en suelos ricos en calcio.
CALICINO: semejante al cáliz.
CALICOIDE: con aspecto de cáliz.
CALÍCULO: verticilo de brácteas ubicadas debajo del cáliz.
CALIPTRA: órgano que a manera de dedal recubre otro. En la raíz es un estuche protector de células muy mucilaginosas que protege el cono vegetativo, suele denominarse también COFIA O PILORRIZA.
CÁLIZ: ciclo externo del perianto, formado por los sépalos.
CALLO: porción engrosada en la base del antecio. Ver ANTOPODIO.
CAMÉFITA: plantas cuyas yemas de renuevo están a menos de 30 cm de altura.
CAMPANULADO/A: ver ACAMPANADO.
CAMPILÓTROPO: óvulo que gira encorvándose de manera que la cálaza y el micrópilo se encuentran cerca.
CAÑA: tallo cilíndrico y hueco, con nudos y entrenudos marcados.
CANALICULADO: con pequeños canales.
CANESCENTE: cubierto por pelos grisáceos o blanquecinos.
CANO: prefijo que significa blanco grisáceo.
CAPILÁCEA/O: ver capilar.
CAPILAR: semejante a un cabello, por su diámetro.
CAPITADO: más engrosado hacia la extremidad con la forma de una cabeza.
CAPITULIFORME: con forma de capítulo.
CAPÍTULO: inflorescencia racemosa, con flores sésiles insertas en un receptáculo común, rodeado por un involucro.
CÁPSULA: fruto seco, dehiscente, gamocarpelar, compuesto por dos o más carpelos.
CAPSULAR: relativo a la cápsula.
CARINA: con forma de quilla de un barco.
CARINADO: ver aquillado.
CARIOPSIS: fruto seco, indehiscente, uniseminado, con pericarpo soldado a la semilla. La cariopsis es el fruto típico de las gramíneas.
CÁRNEO: color de la carne.
CARNOSO: con consistencia de la carne.
CAROZO: endocarpo lignificado que contiene la semilla.
CARPELO: cada una de las hojas modificadas y fértiles, que forman el gineceo.

CARPIDIO: en un gineceo dialicarpelar, cada uno de los carpelos que se convierten en fruto.
CARPÓFORO: prolongación del receptáculo que soporta el gineceo.
CARTÁCEA/O: de la consistencia del papel o del pergamino.
CARTILAGÍNEA/O: de consistencia del cartílago.
CARTILAGINOSO/A: ver CARTILAGÍNEO.
CARÚNCULA: protuberancia del tegumento de algunas semillas con color y/o consistencia diferentes. Generalmente es una adaptación a la dispersión zoocora.
CASMÓGAMA: flores que se abren durante la polinización (antesis).
CATAFILOS: hojas modificadas, similares a escamas, por ejemplo en tallos subterráneos o en la parte inferior de las cañas.
CAUDÍCULA: es un apéndice que sostiene el polínio, originado por el tapete de la antera.
CAULE: tallo.
CAULIFLORIA: las flores nacen del tronco.
CAULINAR: perteneciente o relativo al tallo.
CÉSPED: hierba pequeña y tupida generalmente graminosa, que cubre el terreno. También se aplica al dosel que forman las hojas en una gramínea.
CESPITOSA/O: gramínea que forma mata densa, con innovaciones que crecen muy arrimadas entre sí.
CHALA: brácteas foliáceas que envuelven la espiga de maíz.
CHALAZA: ver cálaza.
CHAUCHA: legumbre que se consume fresca.
CHOCLO: espiga inmadura del maíz usada en la alimentación humana.
CHUPÓN: rama vigorosa originada en una yema durmiente en la base del tronco o de las ramas principales.
CIATIO: inflorescencia con un involucro en forma de copa, en cuyo interior se encuentran varias flores masculinas reducidas a un estambre y una única femenina, todas aperiantadas.
CÍCLICO/A: colocado formando ciclos o verticilos.
CIGOMORFA: ver ZIGOMORFA.
CIGOTO/A: ver ZIGOTO.
CILIA/O: prolongación delgada y filiforme, mas corta que el flagelo.
CILIADO: que posee cilios.
CILIOS: pelos dispuestos en hileras en el borde de un órgano.
CILIOLADO: provisto de cilios muy pequeñas.
CIMA: inflorescencia definida, cuyo eje principal remata en una flor, con crecimiento centrífugo o basípeto.
CIMBIFORME: navicular, en forma de barquito.

Cimoso: relativo a la cima.
Cincinio: cima escorpioide donde sus ramas no están en un mismo plano.
Cipsela: fruto seco, indehiscente, uniseminado, derivado de un ovario ínfero, con la semilla no adherida al tegumento.
Circinado: hoja que se arrolla desde el ápice hacia la base.
Cirroso/a: que posee zarcillos.
Cladodio: tallo aplanado, fotosintetizador y con varias yemas.
Cladofilo: ver filóclado.
Clamidocarpo: en los frutos derivados de ovario ínfero, es el receptáculo envolvente y desarrollado que rodea al pericarpo.
Claviforme: en forma de clava, ensanchado gradualmente hacia el ápice.
Cleistógama: flor que permanece cerrada durante la polinización, obligando a la autogamia.
Cleistógeno: fruto de origen cleistógamo.
Clinanto: en el capítulo de las compuestas, es el receptáculo común donde se insertan las flores.
Clon: conjunto de individuos originados por vía agámica.
Clusa: fruto indehiscente procedente de la división de la hoja carpelar de un gineceo en dos o más partes.
Coco: cada carpelo de un fruto seco, gamocarpelar, dehiscente o no.
Codo: ver genículo.
Cofia: ver caliptra.
Cogollo: brote joven de cualquier vegetal, por ejemplo de bambúes.
Cojín: mata muy compacta y apretada al suelo.
Cojinete: en una espiga de gramíneas es la parte ensanchada del raquis que soporta la o las espiguillas.
Coleóptilo: vaina o estuche que cubre la plúmula en el embrión de las gramíneas.
Coleorriza: vaina o estuche que cubre la radícula en el embrión de las gramíneas.
Colpado: que presenta colpos.
Colpo: es un surco o línea germinal.
Columna: porción basal generalmente retorcida de la arista, desde su origen hasta el genículo.
Columnar: con forma de columna, cilíndrico.
Comprimido/a: aplanado, aplícase a un órgano cuando está aplanado lateral o dorsiventralmente.
Compuesta: hoja dividida en segmentos o folíolos. Inflorescencia donde, en vez de flores nacen otras inflorescencias.
Concrescente: órganos, o partes de ellos, congénitamente unidas.

CONDUPLICADA: aplícase a las hojas dobladas a lo largo del nervio medio en la prefoliación.

CONECTIVO: zona de unión entre el filamento y la antera en un estambre.

CÓNICO: con forma de cono.

CONNATA/O: aplícase a aquellos órganos que se desarrollan conjuntamente y permanecen más o menos soldados entre sí.

CONNIVENTE: órganos que se tocan sin llegar a soldarse.

CONTORTA: es una forma de prefloración imbricada donde cada pieza de un ciclo cubre en un margen y es cubierta en el otro. Sinónimo de TORCIDA.

CONTRAÍDO: que se estrecha bruscamente.

CONVOLUTA: aplícase a las hojas que se arrollan longitudinalmente y forman un tubo.

CORDADO: en forma de corazón.

CORDIFORME: en forma de corazón.

CORIÁCEA/O: que tiene la consistencia del cuero.

CORIMBIFORME: con forma de corimbo.

CORIMBO: inflorescencia racemosa con pedicelos de distinto largo; todas las flores alcanzan la misma altura.

CORMO: es el tallo.

CORMÓFITOS: son los vegetales que presentan tallo, en realidad son los vegetales diferenciados en raíz, tallo y hojas.

CÓRNEO: de consistencia dura como de cuerno.

CORNICULADO: con cuernos pequeños; o en forma de cuerno.

COROLA: ciclo interno del perianto, formado por los pétalos.

COROLINO: semejante a una corola.

CORONA: conjunto de apéndices petaloides del perigonio de diversas Amarilidáceas. En las gramíneas, pequeño reborde membranoso o piloso, que se encuentra en la base de la arista.

CORÓNULA: que presenta una corona pequeña.

CORTEZA: en el lenguaje corriente es la porción exterior de una raíz o tallo que a veces se desprende. Botánicamente es la zona exterior a la endodermis (incluyendo ésta) o a la vaina amilífera.

CORTICAL: que pertenece a la corteza.

COSTADO: con costillas.

COSTILLA: filete que forma un resalto más o menos pronunciado en la superficie de los órganos.

COTILEDÓN: la o las primeras hojas de la planta ya preformadas en el embrión de las plantas con semilla.

COTILEDONAR: propio de los cotiledones.

CRASICAULE: con tallos carnosos.

Craso: grueso, jugoso y carnoso.
Crateriforme: con forma de cráter de un volcán.
Crenada/o: con el margen festoneado, es decir, con incisiones obtusas y poco profundas.
Crenulada/o: como crenado, con festones más pequeños.
Crespa/o: hojas con borde de superficie desigual, como rizada.
Cresta: prominencia más o menos marcada, con borde dentado.
Criptófita/o: planta o vegetal con yemas persistentes de renuevo debajo del suelo o del agua.
Crustáceo: de consistencia dura y textura generalmente rugosa, semejante a una costra.
Cuculada/o: órgano con forma de capuchón o de cuchara.
Cuello: zona de transición entre la raíz y el tallo. Estrechamiento de un órgano.
Cultivar: es una forma de una especie obtenida artificialmente y mantenida en cultivo, con caracteres definidos. En el lenguaje vulgar se utiliza el término variedad. Puede usarse como sinónimo el término raza.
Cuneada/o: cuneiforme.
Cuneiforme: de figura de cuña o semejante a ella.
Cupresiforme: con las hojas de forma y disposición como las de un ciprés.
Cupuliforme: en forma de cúpula.
Cuspidada/o: con un pequeño apéndice apical o cúspide.
Decidua/o: caedizo.
Decumbente: aplícase a los tallos tendidos en el suelo, pero con el ápice erguido.
Decurrente: se aplica al órgano que se prolonga sobre su soporte hacia abajo; por ejemplo hojas o brácteas que se prolongan hacia abajo a lo largo del tallo; una lígula sobre los bordes de la vaina.
Decusadas: hojas opuestas dispuestas, en cruz con las de los nudos vecinos.
Definido: crecimiento limitado de un órgano, principalmente el tallo.
Dehiscente: que se abre espontáneamente a la madurez.
Delicuescente: en botánica se aplica a los tejidos u órganos que se convierten en una masa fluida.
Deltoide: de contorno triangular, como la letra griega delta.
Densa: compacta
Densiflora: opuesto a laxifloro, cuando las espiguillas son numerosas y se disponen muy juntas, en la inflorescencia.
Dentado/a: borde con dientes perpendiculares al mismo.
Denticulado: como dentado, con dientes más pequeños.

DEPRESO/A: comprimido de arriba hacia abajo.
DEPRIMIDO/A: comprimido en la dirección del eje del órgano.
DESNUDO: sin piezas de protección; flores sin periante.
DI: prefijo que indica dos.
DIADELFO: androceo con los estambres soldados en dos grupos.
DIALICARPELAR: ver dialicárpico.
DIALICÁRPICO: gineceo con los carpelos libres o separados.
DIALIPÉTALA: corola con pétalos libres o separados.
DIALISÉPALA: cáliz con los sépalos libres o separados.
DIÁSPORA: ver DISEMÍNULO.
DICASIO: inflorescencia cimosa en la que por debajo del ápice caulinar, que remata en flor, se desarrollan dos ramitas laterales floríferas. CIMA BÍPARA.
DICLAMÍDEA: flor con dos ciclos protectores.
DICLINA/O: sinónimo de unisexual, flores o espiguillas masculinas o femeninas.
DICOGAMIA: en las flores hermafroditas, cuando el androceo madura en diferente época que el androceo.
DICÓTOMA/O: que se divide de a dos partes con desarrollo similar.
DÍDIMO: doble. Órgano formado por dos partes más o menos iguales.
DIDÍNAMO: androceo con dos estambres largos y dos cortos.
DIENTE: cada una de las divisiones poco profundas de una corola gamopétala, de una cápsula, del margen foliar, etc.
DIGITADA/O: se aplica a los órganos que presentan sus partes divergentes a partir de un punto, como los dedos de una mano abierta. Hoja compuesta cuyos folíolos salen del extremo del pecíolo, como los dedos de la mano, sin presentar raquis.
DÍMERO: formado por dos piezas.
DIMORFA/O: que tiene dos formas.
DIOICA/O: condición en la cual los sexos están separados en diferentes plantas. Planta con flores unisexuales en individuos separados.
DIPLOIDE: célula cuyo núcleo posee doble número de cromosomas que las células sexuales.
DIPLOSTÉMONA: flor con doble número de estambres que de pétalos.
DISÁMARA: fruto formado por dos sámaras.
DISCO: excrecencia que forma el receptáculo con forma de anillo o disco generalmente glandular (nectarífero). Receptáculo común en el capítulo de las compuestas, sinónimo de CLINANTO.
DISCOIDE: con forma de disco.
DISCOLOR: hoja con distinto color en cada una de sus caras.

Diseminación: traslado de los disemínulos desde la planta originaria hasta el lugar de germinación.
Disemínulo: unidad biológica de diseminación que contiene a la semilla cuando está madura.
Dispersión: ver diseminación.
Dístico: aplícase a las hojas, ramas, flores, etc., dispuestas en dos hileras, sobre un mismo plano, a uno u otro lado del tallo o del raquis de la inflorescencia.
Divaricada/o: aplícase a las ramificaciones que forman un ángulo muy abierto, casi perpendicular, con el eje principal.
Domacio: cavidad en un órgano que facilita la vida en común con otro organismo
Dorsal: en los órganos laminares dorsiventrales es el lado exterior, generalmente convexo.
Dorsifijo/a: fijo o insertado en el dorso de un órgano.
Dorsiventral: cuando un órgano presenta una cara dorsal y una cara ventral.
Dorso: cara exterior de un órgano plano.
Drupa: fruto indehiscente, unicarpelar, uniseminado, con mesocarpo carnoso y endocarpo leñoso.
Drupáceo: que se asemeja a una drupa.
Duramen: parte más vieja del leño, más consistente y oscura e interna.
Durmiente: yema que permanece inactiva varios años.
E: prefijo latino que indica privación de algo, como eglanduloso, sin glándulas.
Efímero: de corta duración.
Eleosoma: cuerpo rico en grasas y materias nutritivas que se encuentra en el exterior de las diásporas de ciertas plantas y que es utilizado como alimento por los animales (especialmente las hormigas)
Elipsoide: cuerpo cuyo corte longitudinal es una elipse.
Elíptico: en forma de elipse.
Emarginado: que presenta una escotadura en el ápice.
Embriófita/o: planta que presenta embrión.
Embrióforo: que lleva al embrión. Sinónimo de suspensor.
Embrión: parte de la semilla que origina una plántula, compuesta por radícula, plúmula, nudo cotiledonar y cotiledón/es.
Embrionaria/o: propio del embrión.
Endémica: planta que crece en una sola localidad o en un sólo país.
Endocarpo: capa interna del pericarpo, que suele corresponder a la epidermis interna del carpelo.

ENDOPROTALADO/A: son las plantas que presentan el gametófito femenino reducido a un protalo encerrado por tejidos diploides.

ENDOSPERMA: tejido nutritivo de la semilla que acompaña al embrión en la semilla, originado por una segunda fecundación en las angiospermas y de naturaleza triploide.

ENDOSPERMADA: semilla que presenta endosperma.

ENDOTECIO: estrato celular interno de la antera responsable de su dehiscencia.

ENDOZOOCORA/O: forma de diseminación zoocora en la cual, las diásporas ingresan al tracto digestivo de los animales. Si se trata de aves, es frecuente que utilizan las partes carnosas comestibles y luego regurgiten las partes no utilizadas, generalmente las semillas, de manera que estas no pasan por el tracto digestivo en su totalidad.

ENERVIO: que carece de nervio o nervios.

ENREDADERA: planta herbácea que nace del suelo y crece trepándose sobre otra planta.

ENSIFORME: con forma de espada.

ENTERO: se dice del borde íntegro, sin divisiones; limbo no lobado ni dividido.

ENTOMÓFILA: transporte efectuado por insectos, por ejemplo, polen en la polinización.

ENTOMÓGAMA: ver ENTOMÓFILA.

ENTRENUDO: parte del tallo, comprendida entre dos nudos.

ENVAINADOR/A: que rodea parcial o totalmente un órgano; hoja que abraza al tallo.

ENVÉS: cara inferior de la hoja Sinónimo de HIPOFILO.

EPIBLASTO: en el embrión de algunas gramíneas, apéndice opuesto al escutelo, no vascularizado, que puede ser considerado como un segundo cotiledón.

EPIBLASTO: en el embrión de las gramíneas es una escama opuesta al escutelo.

EPICARPO: en el pericarpo de los frutos, es la capa externa del mismo, que suele corresponder a la epidermis externa del carpelo.

EPICÓTILO: primer entrenudo sobre el nudo cotiledonar; si no desarrolla proporciona un habito rosulado, si desarrolla el hábito es erecto.

EPÍFITA: planta que vive sobre otra.

EPIGEO/A: órgano que aparece sobre la superficie del suelo.

EPÍGINA: flor de ovario ínfero.

EPIMACIO: excrecencia carnosa en forma de rodete o de cúpula que rodea parcialmente a la semilla.

EPIPÉTALO: órgano soldado a un pétalo.

Episépalo: órgano soldado a un sépalo.
Episperma: conjunto de los tegumentos seminales.
Epítropo: óvulo anátropo girado en sentido antihorario; con respecto a la placenta si el óvulo es erguido la rafe es dorsal o externa y si el óvulo es péndulo la rafe es ventral o interna.
Epizoocora/o: diseminación zoocora en la cual, las diásporas poseen ganchos, púas, escamas adherentes o son viscosas, de manera que adhieren al exterior de los animales y así son transportadas.
Equinada/o: con espinas o aguijones.
Equinulada/o: cubierto de espinas más débiles y pequeñas.
Erecto/a: hábito o forma de crecimiento donde los entrenudos se alargan y las hojas se distancian entre sí, aún en estado de plántula.
Erguido: ver erecto.
Ericoide: semejante a las hojas de los brezos; se refiere especialmente a la planta con hojas muy angostas, cortas y aproximadas.
Erizado: superficie cubierta de pelos rígidos, casi punzantes.
Eroso/a: se refiere al borde desigual de un órgano laminar, con dientes no uniformes o pequeñas sinuosidades poco profundas y desiguales.
Escabriúsculo, la: apenas escabroso.
Escabroso/a: áspero al tacto, cubierto de asperezas.
Escabrósulo/a: con asperezas de tricomas cortos y rígidos que se aprecian al tacto.
Escama: pequeña estructura superficial, de forma y consistencia variable.
Escamiforme: con forma de escama o parecido a ella.
Escamosa: con escamas.
Escapo: tallo generalmente no ramificado, sin nudo ni hojas, que lleva flores en su ápice.
Escariosa/o: aplícase a los órganos de consistencia membranáceo o más o menos tiesos y secos, generalmente translúcidos, por ejemplo algunas glumas o glumelas.
Esciófilo, la: plantas que requieren sombra para su desarrollo.
Esclereidas: células cortas de paredes rígidas.
Esclerénquima: tejido de sostén formado por células muertas a la madurez y con paredes muy engrosadas.
Escorpioide: cima unípara donde las flores se ubican del mismo lado del eje que adopta una forma espiralada.
Escotado/a: ver emarginado.
Escamiforme: ver escuamiforme
Escuamiforme: parecido a una escama.
Escudete: ver escutelo.

ESCUTELO: cuerpo elíptico en contacto con el albumen, considerado el cotiledón en el embrión de las gramíneas.
ESPÁDICE: inflorescencia racemosa, de raquis más o menos carnoso, de flores sésiles, generalmente unisexuales, protegidas por una espata.
ESPARCIDA: ver alterna
ESPATA: bráctea de distintas inflorescencias, en particular de un espádice.
ESPATÁCEO: órgano con aspecto de espata.
ESPATIFORME: con forma de espata.
ESPATULADO: con forma de espátula.
ESPECIE: jerarquía taxonómica comprendida entre el género y la variedad. Comprende todos los individuos de constitución genética fundamentalmente igual. Admite variaciones menores como la subespecie, las variedades y las formas. El segundo término del nombre específico (binomio), expresa la especie.
ESPERMATÓFITA/O: plantas que se reproducen por semillas.
ESPICIFORME: inflorescencia con aspecto de espiga, sin serlo.
ESPÍCULA: espiguilla, inflorescencia elemental de las gramíneas.
ESPICULADO: provisto de espículas o espiguillas.
ESPIGA: inflorescencia racemosa simple, con flores sésiles. Puede ser:
espiga cilíndrica: inflorescencia con las espiguillas dispuestas en varias hileras sobre un raquis engrosado (marlo)
espiga dística: inflorescencia con las espiguillas dispuestas en dos hileras longitudinales opuestas sobre el raquis.
Espiga unilateral: inflorescencia con las espiguillas dispuestas en dos hileras longitudinales sobre un solo lado del raquis.
ESPIGUILLA PLURIFLORA: espiguilla que lleva varios antecios.
ESPIGUILLA UNIFLORA: espiguilla con un solo antecio.
ESPIGUILLA: espiga pequeña, inflorescencia elemental de las gramíneas, que consiste en un eje articulado protegido por brácteas, con una flor en cada articulación.
ESPINA: órgano endurecido y puntiagudo, con tejido vascular.
ESPINESCENTE: que tiene pequeñas espinas.
ESPINOSO: con espinas.
ESPINULOSO: con espinas pequeñas.
ESPIRALADO: con forma de espiral o resorte.
ESPIROCÍLCLICA: flor con algunas piezas dispuestas en espiral y otras en forma cíclica.
ESPOLÓN: prolongación más o menos aguda, de algunos órganos.
ESPOLONADO: provisto de espolón.
ESPONJOSO: con consistencia de esponja.
ESPONTÁNEO: que crece naturalmente en un área, propio de ella.

ESPORA: célula aislada que sirve de disemínulo en los helechos.
ESPORANGIO: estructura que produce esporas.
ESPORANGIÓFORO: estructura que porta esporangios.
ESPOROCARPO: receptáculo mas o menos rígido que contiene uno o varios soros.
ESPOROFILO: órgano foliáceo modificado que lleva los esporangios.
ESPORÓFITO: es la generación diploide de una planta que culmina formando esporas mediante meiosis. Se opone a GAMETÓFITO.
ESQUEJE: fragmento de tallo o gajo utilizado para multiplicar una planta.
ESQUIZOCARPO: fruto indehiscente, con carpelos que, al madurar, se separan en segmentos unicarpelares.
ESTACA: ver esqueje.
ESTAMBRE: órgano masculino formado por antera y filamento, unidos por el conectivo.
ESTAMINADA: se refiere a la flor que solo presenta estambres como ciclo reproductor, o sea es masculina.
ESTAMINODIO: aplícase al estambre atrofiado, estéril, reducido generalmente al filamento.
ESTANDARTE: pétalo mayor y erguido, opuesto a la quilla de las corolas papilionáceas.
ESTAQUISPORIA: cuando los esporangios están dispuestos sobre tallos. Se opone a FILOSPORIA.
ESTELA: cilindro central.
ESTÉRIL: que no produce frutos, ni órganos de reproducción.
ESTIGMA: porción apical del estilo, generalmente papilosa y receptiva del grano de polen.
ESTILO: parte superior del gineceo, en forma de estilete, intermediaria entre el estigma y el ovario.
ESTILOPODIO: base de los estilos, persistente en el fruto.
ESTIPELAS: par de pequeños apéndices laminares, a veces presentes, ubicados en la inserción de los folíolos con el raquis, en la base del peciólulo.
ESTIPITADO: con estípite.
ESTÍPITE: pie que sostiene una estructura. Tallo cilíndrico, no ramificado, que termina en un penacho de hojas.
ESTIPOQUITO: en gramíneas perennes envoltura formada por los restos de las vainas foliares basales, viejas, disueltas en fibras, que protege contra la desecación a los órganos jóvenes.
ESTÍPULAS: estructuras laminares, a veces presentes, a los lados de la base del pecíolo.
ESTIVACIÓN: ver PREFOLIACIÓN.

ESTIVAL: que florece y fructifica en el verano.
ESTOLÓN: brote lateral, generalmente largo, aéreo y rastrero, que nace en la base de los tallos y se fija al suelo mediante raíces adventicias.
ESTOLONÍFERO: con estolones.
ESTRELLADO: en forma de estrella.
ESTRIADO: órgano que presenta estrías en su superficie.
ESTRÍAS: surcos o rayas que pueden presentar algunos órganos.
ESTRIGOSO: órgano cubierto por pelos duros y ásperos al tacto.
ESTRÓBILO: inflorescencia de las gimnospermas y algunas pteridófitos, que consta de un eje donde nacen las hojas fértiles o esporangióforos.
ET AL., ET ALIORUM: y otros, autores en siglas cuando hay más de dos.
ET: conjunción latina que debe usarse en las siglas cuando hay dos o más autores; equivale a "y".
EUSTELA: tallo con los hacecillos vasculares dispuestos en un solo ciclo.
EX: según.
EXALBUMINADA: semilla cuyas reservas se encuentran en los cotiledones del embrión; carece de albumen.
EXCURRENTE: que se extiende. Se aplica por ej. a los nervios que se prolongan en aristas o arístulas.
EXERTO/A: sobresalientes. Se aplica a aquellos órganos que sobrepasan en longitud a otros. Se opone a incluso.
EXINA: es la capa protectora externa en el grano de polen, generalmente, rígida y ornamentada, que contiene esporopolenina que la torna bastante imputrecible y con poros, colpos, etc.
EXODERMIS: estrato ubicado inmediatamente debajo de la epidermis, generalmente con células suberificadas.
EXÓGENO: de origen superficial.
EXOTECIO: estrato celular externo de la antera.
EXTRAVAGINAL: en las gramíneas, cuando las macollas rompen la vaina y crecen mas o menos perpendicularmente a la caña.
EXTRORSAS: cuando las anteras se abren hacia el exterior de la flor.
FALCADO/A: en forma de hoz, aplanado y más o menos curvo.
FANERÓFITO/A: vegetal o planta cuyas yemas de renuevo se encuentran a mas de 25 cm. De altura.
FANERÓGAMAS: se refiere a los vegetales con órganos sexuales visibles (estambres y carpelos en la flor). Se opone a CRIPTÓGAMAS.
FARINÁCEO: con aspecto de harina.
FASCICULADO/A: dispuesto o agrupado formando hacecillos o manojos.
FASCÍCULO: haz o manojo; inflorescencia cimosa muy contraída.
FECUNDACIÓN: es la unión de las gámetas que implica unión de citoplasmas (plasmogamia) y posteriormente de los núcleos (cariogamia).

FEMENINA: ver PISTILADA.
FERRUGÍNEO: del color del hierro oxidado.
FERRUGINOSO: ver FERRUGÍNEO.
FÉRTIL: capaz de producir esporas, semillas o otros disemínulos.
FESTONEADO: ver CRENADO.
FIBRA: célula fusiforme, muerta a la madurez, con paredes muy engrosadas.
FIBROSO/A: que contiene fibras.
FILAMENTO: parte del estambre que sostiene la antera.
FILIFORME: semejante a un hilo, muy delgado y flexible.
FILÓCLADO: braquiblasto aplanado, semejante a una hoja.
FILODIO: pecíolo dilatado, laminar, semejante a una hoja y que generalmente reemplaza a la lámina de la hoja.
FILOSPORIA: cuando los esporangios están dispuestos sobre hojas. Se opone a ESTAQUISPORIA.
FILOTAXIS: disposición de las hojas en el tallo.
FIMBRIADO/A: se aplica a los bordes recortados menudamente a modo de flecos o lacinias.
FÍSTULOSO: órgano cilíndrico y hueco en su interior.
FITÓMERO: unidad caulinar formada por el nudo, su yema y el correspondiente entrenudo.
FLABELADA/O: en forma de abanico.
FLABELIFORME: de flabelado con el sufijo forme: forma.
FLAGELADO: que presenta flagelos.
FLAGELO: filamento protoplasmático largo recubierto por la membrana plasmática que otorga movilidad a la célula portadora.
FLEXUOSO: en zigzag.
FLOEMA: tejido de conducción complejo constituído por tubos cribosos y células anexas o células cribosas, fibras y parénquima, conductor de la savia elaborada.
FLOR: conjunto de androceo y/o gineceo, perianto o perigonio sobre un braquiblasto denominado tálamo o receptáculo.
FLORA: conjunto de especies vegetales de una región.
FLORÍFERO: que lleva flores.
FLÓSCULO: en las inflorescencias que semejan una flor (pseudantos) cada una de sus flores individuales. Se aplica expresamente a las flores tubulosas del capítulo de las compuestas.
FLOTANTE: planta acuática que vive en la superficie del agua.
FOLIÁCEO: aplícase al órgano con aspecto o naturaleza de hoja.
FOLIAR: relativo a la hoja.
FOLÍCULO: fruto monocarpelar, seco y dehiscente, pluriseminado, que abre por una sutura ventral.

FOLÍOLO: cada segmento de una hoja compuesta.
FOLIOSO: que posee hojas; hojoso,
FOVEOLA: pequeño hoyuelo.
FOVEOLADA/O: aplícase a las superficies que presentan pequeños hoyuelos.
FRÁGIL: aplicado al raquis de la inflorescencia, significa que se desarticula a la madurez.
FRONDE: hoja de los helechos.
FRUTO: ovario desarrollado con las semillas ya formadas.
FUNÍCULO: pedicelo que une el óvulo a la placenta.
FUSIFORME: con forma de huso.
GÁLBULO: es un estróbilo con las brácteas carnosas.
GÁMETA: célula sexual.
GAMETÓFITO: es la generación haploide de una planta que culmina formando gámetas. Se opone a ESPORÓFITO.
GAMO: prefijo que indica unión.
GAMOCARPELAR: con carpelos unidos o soldados.
GAMOPÉTALO: con pétalos soldados.
GAMOSÉPALO: con sépalos soldados
GARGANTA: parte de la corola gamopétala, entre el tubo y el limbo.
GEMÍFERA/O: órgano portador de yemas.
GEMINADO/A: dícese de los órganos dispuestos de a dos en un lugar; por ej. dos espiguillas juntas en un mismo nudo del raquis.
GÉNERO: en Sistemática la categoría que define un grupo entre la tribu y la especie. Constituye el primer término del binomio con que se designa una planta o un animal.
GENICULADO, da: acodado, se aplica al tallo o caña primero tendida y luego dispuesta verticalmente. Las aristas son a menudo geniculadas.
GENÍCULO: codo que se presenta en la caña o arista de algunas gramíneas, por ejemplo *Nasella*.
GEOAUTOCORA: son plantas que por sus características, depositan las diásporas directamente en el suelo, ya sea porque las plantas son rastreras como *Bowlesia terera*, *Dichondra repens*, *Tribulus terrestris*, *Solanum triflorum, Euphorbia serpens,* etc., o porque las plantas disponen de dispositivos especiales para enterrar sus frutos como el maní, o el trébol subterráneo
GEOCARPO: fruto subterráneo.
GEÓFITA: planta criptófita con yemas de renuevo debajo de la superficie del suelo.
GERMINACIÓN: proceso que se cumple estando la semilla en condiciones especiales de humedad, temperatura y luz, el embrión crece, rompe los tegumentos seminales y emerge originando una plántula.

Giboso: con forma de giba.
Gineceo: conjunto de los órganos femeninos de la flor.
Ginecóforo: ver ginóforo.
Ginobásico: cuando el estilo nace de la base del ovario. Se opone a terminal.
Ginodioica: aplícase a especies que comprenden individuos con flores femeninas y otros con flores hermafroditas.
Ginóforo: prolongación del receptáculo que soporta el ovario. A veces es meristemática y desarrolla mucho enterrando al ovario que desarrolla subterraneamente, es el "clavo" en el maní.
Ginomonoica: aplícase a las plantas que desarrollan flores hermafroditas y flores femeninas sobre un mismo pie.
Ginostegio: aparato formado por la unión del androceo y del gineceo.
Ginostemo: columna formada por la unión del androceo con el estilo y el estigma.
Glabérrima/o: superlativo de glabro, completamente glabro, con falta absoluta de vello.
Glabro/a: desprovisto de pelo, lampiño.
Glabrescente: casi glabro, casi sin vello, que tiende a ser glabro.
Glabriúscula/o: con poquito pelo o vello, casi glabro.
Glándula: célula o conjunto de células que secretan determinadas sustancias.
Glandulosa/o: que posee glándulas.
Glauco: color verde azulado pálido.
Glomérulo: cima con flores brevemente pediceladas y aglomeradas sobre cortos ejes.
Gloquidios: pequeños ganchos presentes en algunos frutos que sirven para su dispersión.
Glumas: en las gramíneas, par de brácteas protectoras de una espiguilla.
Glumelas: en las gramíneas, par de brácteas que protegen la flor: la inferior o lemma y la superior o pálea.
Glumélulas: ver lodículas.
Gluten: sustancia nitrogenada que se encuentra en la harina del trigo.
Glutinoso: viscoso.
Grácil: sutil, delgado, débil.
Graminiforme: con forma de gramínea; hierbas con hojas largas y angostas, similares a las de las gramíneas.
Grano: en el lenguaje común es la "semilla" utilizada en la siembra. En las gramíneas corresponde a la cariopsis ya sea desnuda como en el trigo o vestida por las glumelas como en la avena.

GUTACIÓN: secreción de agua en gotas por los estomas acuíferos o hidátodos.

HÁBITAT: lugar o estación típica donde crece un vegetal.

HÁBITO: aspecto o porte general de una planta. Forma de crecimiento.

HALÓFILA/O: planta que crece en medios salinos, acuáticos o terrestres. Planta que vive en salitrales, adaptada a suelos secos o fisiológicamente secos por su abundancia de sales y generalmente con reacción alcalina, indicada por un pH superior a 7.

HALTERIO: en forma de maza doble o pesa de gimnasia.

HAPLOIDE: célula cuyo núcleo posee un solo complemento de cromosomas.

HAPLOSTÉMONA/O: es la flor que presenta el mismo número de estambres que de pétalos.

HASTADO: con dos lóbulos divergentes en la base.

HAUSTORIO: órgano chupador de las plantas parásitas.

HAZ: cara superior de la hoja; se opone a ENVÉS.

HELICOIDAL: ver espiralado.

HELICOIDE: cima unípara cuyas ramificaciones salen alternadamente hacia un lado y otro del eje.

HELIÓFILA: planta que crece a pleno sol.

HELIÓFOBA: planta que crece en sitios sombreados.

HELÓFITA: planta criptófita que arraiga en suelos anegados. Plantas palustres.

HEMICÍCLICA: ver espirocílclica.

HEMICRIPTÓFITA/O: planta con las yemas de renuevo a nivel del suelo.

HEMILIMBO: mitad de la lámina o limbo, definida por el nervio medio.

HEMIPARÁSITA: planta parcialmente parásita, con hojas verdes y raíces que la unen a la planta hospedante.

HENDIDO: dividido en lóbulos.

HERBÁCEO: no leñoso, sin crecimiento secundario.

HERCÓGAMA/O: flor o planta con dispositivos especiales que impiden la autogamia.

HERCOGAMIA: relativo a las plantas hercógamas.

HERMAFRODITA: flor que posee androceo y gineceo; bisexual.

HESPERIDIO: fruto gamocarpelar que procede de un ovario súpero, con endocarpo revestido de pelos jugosos (la parte comestible).

HETEROCLAMÍDEA: flores que presentan dos ciclos protectores diferenciados, cáliz y corola.

HETEROFILIA: presencia de diferentes formas de hoja en la misma planta.

HETERÓGAMA: se aplica a la inflorescencia que lleva espiguillas con flores hermafroditas y otras con flores masculinas o femeninas. Se opone a HOMÁGAMA.

HETEROMORFO/A: multiforme o polimorfo. Se opone a HOMOMORFO.
HETEROSPORADO/A: que presenta dos tipos de esporas. Se opone a ISOSPORADO.
HETEROSTILIA: flores presentes en la misma especie con diferentes longitudes de estambres y estilo.
HIALINO: transparente y membranáceo.
HÍBRIDO: individuo obtenido mediante el cruzamiento de dos especies diferentes (híbridos interespecíficos) o dos géneros diferentes (híbridos intergenéricos).
HIDÁTODO: órgano secretor que segrega soluciones acuosas diluidas.
HIDRÓFILA: polinización por el agua. Planta de ambientes acuáticos.
HIDROCORA/O: forma de diseminación en la cual el agua participa como agente externo.
HIDRÓFITA: planta acuática, sumergida o flotante.
HIERBA: planta sin crecimiento secundario, no lignificada.
HIGRÓFILA/O: de sitios húmedos, amante de la humedad. Lo contrario de XERÓFILO.
HIGROSCÓPICO: movimiento debido a los cambios en el grado de humedad, por ejemplo en las aristas de los antecios maduros de *Nasella* Y AVENA.
HILO: cicatriz presente en la semilla que era el punto de unión con el fruto. En la cariopsis de gramíneas puede verse por transparencia en el lugar opuesto al escudete
HIPANTO: tálamo acopado, en cuyo extremo están perianto y androceo.
HIPOCÓTILO: región del eje caulinar de una planta ubicada debajo de los cotiledones, entre el nudo cotiledonar y el cuello.
HIPOCRATERIMORFA/O: corola gamopétala y tubulosa pero con un limbo patente como un platillo.
HIPOGEO/A: órgano que se halla debajo de la superficie del suelo.
HIRSUTA/O: con pelos largos y ásperos, perpendiculares a la superficie que cubre.
HÍSPIDO/A: se aplica a un órgano cubierto de pelos rígidos y rectos, áspero al tacto.
HISPÍDULO/A: cubierto de pelitos breves y rígidos.
HOJA: órgano laminar de asimilación.
HOMOCLAMÍDEA: flor que presenta dos ciclos protectores similares entre sí, o sea con PERIGONIO.
HOMÓGAMA/O: inflorescencia que posee flores o espiguillas de igual sexo. Se opone a HETERÓGAMO.
HOMÓLOGOS: órganos con similar origen pero con forma y funciones diferentes.

Homomorfa/o: de forma semejante. Se opone a heteromorfo.
Hospedante: es la planta que soporta un parásito.
Ibid., ibidem: en el mismo lugar, para indicar que está publicado en la misma revista u obra.
Imbricada/o: se dice de las hojas y órganos foliáceos que están muy próximos, cubriéndose unos a otros por los bordes, como las escamas de un pez.
Imparipinnada: hoja compuesta, cuyo raquis termina en un folíolo.
Incano/a: órgano cubierto por pelos cortos y densos que le dan a la superficie un aspecto grisáceo.
Incisa/o: profundamente partida. Dividida en escotaduras profundas.
Incluso: que no sobresale; se opone a exerto.
Inconspicuo: poco visible; se aplica a un órgano poco desarrollado.
Incumbentes: se designa así a los cotiledones cuando la radícula se dobla y queda sobre el dorso de uno de los cotiledones.
Incurvado/a: encorvado hacia adentro; las hojas se encorvan hacia lo alto del tallo.
Indefinido: aplícase a los órganos que están en gran número; se indica con el signo □. También se aplica al crecimiento teóricamente ilimitado de un órgano.
Indefinido: crecimiento ilimitado de un órgano, principalmente el tallo.
Indehiscente: se aplica a los frutos que no se abren a la madurez.
Indígena: planta autóctona.
Indumento: conjunto de pelos, glándulas, escamas, etc. que recubre un órgano.
Indusio: estructura protectora de los esporangios.
Inéd., inédito: no publicado aún.
Inerme: que carece de espinas o aguijones.
Infero: ovario que se ubica en el interior del receptáculo acopado y soldado a él.
Infinito: en Botánica más de diez. Ver indefinido.
Inflexo: curvado hacia adentro o hacia lo alto.
Inflorescencia: conjunto de llores que nacen dentro de un sistema de ramificación (ejes).
Infrutescencia: conjunto de frutos sobre un receptáculo común.
Infundibuliforme: con forma de embudo.
Innovaciones: ver macollas.
Inserto/a: equivale a incluso o incluido, que no sobresale. Se opone a exerto.
Internodio: ver entrenudo.

INTRAVAGINAL: que crece entre la vaina y la caña, emergiendo por el cuello de la vaina.
INTRORSO/A: dirigido hacia adentro.
INVASORA: especie introducida en un área, que reemplaza a las nativas.
INVOLUCELO: involucro parcial, en la umbela compuesta es el involucro de cada umbélula.
INVOLUCRAL: perteneciente al involucro.
INVOLUCRO: conjunto de brácteas más o menos modificadas que envuelven a una flor o inflorescencia.
INVOLUTA/O: en la vernación se aplica a la hoja cuyos bordes se encorvan hacia el haz o cara superior de la misma.
ISO: prefijo que indica igualdad.
ISODIAMÉTRICA/O: del mismo diámetro.
ISOMORFA/O: de la misma forma, por ejemplo cuando todas las espiguillas de una misma inflorescencia son iguales.
ISOSPORADO/A: que produce un solo tipo de esporas.
ISOSTÉMONA: flor con igual número de estambres que de pétalos. Ver también HAPLOSTÉMONA.
JUNCIFORME: aplícase a los tallos y hojas cuando son delgados y más o menos cilíndricos como las hojas del junco.
JUNCOIDE: con aspecto de junco.
LABELO: pétalo inferior de las orquídeas, distinto en tamaño y forma de los otros.
LABIADO/A: cáliz o corola cuyas piezas están soldadas en dos grupos, uno inferior y otro superior que semejan dos labios.
LABIO: cada uno de los lóbulos en que se divide una corola o un cáliz.
LACERADO/A: aplícase a un órgano, hoja, glumela, etc., cuando sus bordes están partidos irregularmente en segmentos que, a su vez, se dividen irregularmente.
LACINIA: incisión estrecha y profunda.
LACINIADA/O: con bordes divididos en segmentos profundos, estrechos y de ápice agudo.
LÁMINA: en las hojas, porción dilatada de la misma sinónimo de LIMBO. También se aplica a la porción dilatada de los pétalos.
LAMINAR: con forma plana. En la placentación. Cuando los óvulos se ubican en la cara interna del carpelo y no en sus márgenes.
LANCEOLADO/A: órgano laminar con contorno en forma de punta de lanza, angostamente elíptico con los extremos agudos. Puede ser estrechamente o anchamente lanceolado o linear-lanceolado.
LANOSO/A: cubierto de pelos largos y suaves, semejantes a hebras de lana.
LANUGINOSA/O: con pelusa o vello suave.

LATERAL: se ubica en un costado de un eje.

LÁTEX: líquido de secreción, generalmente blanco o lechoso, que poseen algunas plantas, dentro de estructuras denominadas tubos laticíferos..

LATICÍFERO: que posee látex.

LATIFOLIADO/A: con hojas anchas, no graminiformes ni junciformes.

LAXIFLORO/A: cuando las espiguillas están separadas en la inflorescencia. Se opone a DENSFLORO.

LAXO/A: poco denso, flojo.

LECTOTIPO: se aplica al síntipo elegido como tipo u holótipo.

LEG.: del latín legit, donado, coleccionado; indica el colector de un ejemplar de planta.

LEGUMBRE: fruto unicarpelar, seco, dehiscente, generalmente alargado y comprimido.

LEMMA: glumela inferior, generalmente aquillada y portadora de arista cuando esta existe.

LEÑO: tejido complejo conductor de la sabia bruta, generalmente lignificado.

LEÑOSO: que es de la consistencia de la leña, con crecimiento secundario. Lo que pertenece al leño o está lignificado.

LENTICELA: formación del suber en los tallos que facilita el intercambio gaseoso.

LENTICULAR: con forma de lente biconvexa.

LEPTOCAULE: son los tallos que contienen poco leño en relación con la médula y la corteza.

LEVÓGIRO/A: que gira en sentido izquierdo o antihorario.

LIANA: planta trepadora leñosa.

LIBER: ver FLOEMA.

LIGNIFICADO/A: con abundante tejido leñoso.

LÍGULA: en las gramíneas es una formación membranosa o pilosa ubicada en la cara interna de la hoja entre la vaina y la lámina. También se aplica a las corolas gamopétalas con forma de lengüeta que presentan algunos capítulos de compuestas.

LIGULADO/A: flor de los capítulos de compuestas, con forma de lengua.

LIMBO: porción laminar de la hoja. Parte libre de las corolas gamopétalas, en el extremo del tubo.

LÍNEA FISURAL: en el tegumento de las semillas de Leguminosas mimosóideas, es una línea con forma circular o de herradura que se presenta en cada cara.

LINEAR: muy largo y estrecho, con bordes paralelos o casi paralelos.

LIRADA/O: hojas pinnatífidas con pares de segmentos pequeños en la parte inferior y uno grande en la superior.
LISA/O: si se trata de la superficie de un órgano es sinónimo de GLABRA, si se trata del borde es sinónimo de ENTERO.
LOBADA/O: con los bordes divididos en lóbulos.
LOBO: porción más o menos redondeada en que se divide un órgano.
LOBULADA/O: con los bordes divididos en lóbulos pequeños, que no llegan a la mitad del hemilimbo.
LÓBULO: lobo pequeño,
LOC. CIT., 1. c.: abreviatura de EN EL LUGAR CITADO, es decir cuando se hace referencia a una publicación mencionada en el texto pocos renglones antes.
LOCULICIDA: dehiscencia mediante la cual cada carpelo se abre por su nervio medio.
LÓCULO: cavidad.
LODÍCULAS: en la flor de las gramíneas, son dos o tres expansiones escamosas ubicadas en la base del ovario, consideradas como el perianto. Por turgencia provocan la antesis de la flor.
LOMENTO: legumbre con el pericarpo comprimido y articulado entre las semillas, que a la madurez se separa en artículos cada uno con una semilla.
LÚTEO: amarillo.
LUTESCENTE: amarillento.
MACOLLAS: conjunto de ramificaciones o vástagos nacidos en la base de un mismo pie. Sinónimo de innovaciones Pueden ser intravaginal o extravaginal. Ver estos términos.
MACOLLAJE: período durante el cual las gramíneas forman sus macollas.
MACRO: es igual a MEGA.
MACROBLASTO: tallo con crecimiento indefinido.
MACRÓSPORA: ver MEGÁSPORA.
MACROSPORANGIO: ver MEGASPORANGIO.
MACULADO: que tiene manchas.
MALPIGHIÁCEO/A: pelos o tricomas ramificados en dos ramas y aplicados a la superficie.
MAMELÓN: con forma de pezón.
MAMELONADO: que presenta mamelones.
MARGEN: es sinónimo de orilla o borde.
MARGINADA/O: con un reborde.
MARGINAL: en los ovarios dialicarpelares o monocarpelares, cuando los óvulo se disponen sobre los márgenes del carpelo.

MARMOREADO/A: que presenta manchas irregulares semejantes a un mármol.
MASCULINA: ver ESTAMINADA.
MAZORCA: espiga del maiz sin la chala.
MEATO: espacio intercelular en un tejido.
MÉDULA: tejido parenquimático que ocupa la parte interna del cilindro central.
MEGAFANERÓFITO/A: fanerófita cuya yema de renuevo se encuentra a mas de 30 m de altura.
MEGAFILO: hoja grande con muchos nervios. Se opone a MICROFILO.
MEGASPORANGIO: esporangio femenino.
MEGASPOROFILO: hoja fértil que produce megasporangios.
MEGATÉRMICA/O: planta que prospera en altas temperaturas; también se dice MACROTÉRMICA. Generalmente necesitan una temperatura media superior a los 20° C y alta humedad. En los climas templados son de crecimiento estival.
MEIOSTÉMONO/A: flor con menos estambres que pétalos.
MELONIDE: ver POMO
MEMBRANÁCEA/O: con aspecto y consistencia de membrana.
MERICARPO: cada uno de los segmentos en que se dividen naturalmente ciertos frutos.
MERISTEMO/A: tejido cuyas células se pueden dividir activamente.
MESOCARPO: parte media del pericarpo, entre el epicarpo y el endocarpo.
MESOFANERÓFITO/A: fanerófita cuyas yemas de renuevo se encuentran entre los 8 y los 30 m del nivel del suelo.
MESOFILO: conjunto de tejidos ubicados entre ambas epidermis y entre los nervios en una hoja.
MESOTÉRMICOS: vegetales que para prosperar necesitan una temperatura media anual ni muy alta ni muy baja, de 15 a 20° C con abundante humedad, por lo menos en ciertos períodos.
MICELIO: conjunto de células o hifas de un hongo.
MICORRIZA: simbiosis entre las raíces de ciertas plantas y ciertos hongos.
MICROFANERÓFITA/O: fanerófita cuyas yemas de renuevo se encuentran entre los 2 m y los 8 m sobre el nivel del suelo.
MICROFILO: hoja pequeña con uno o dos nervios. Se opone a MEGAFILO.
MICRÓPILO: abertura que dejan los tegumentos del óvulo en su extremo.
MICROSPORANGIO: esporangio masculino.
MICROSPOROFILO: hoja fértil que produce microsporangios.
MICROTÉRMICOS: vegetales que viven a una temperatura media anual de 0 a 15° C, con precipitaciones distribuidas a lo largo del año y un

período frío de reposo vegetativo. En los climas templados son de crecimiento invernal.

MICRÓTRICO: pelo o tricoma muy corto.

MIRMECOCORA/O: forma de diseminación en la que participan las hormigas. Generalmente las diásporas poseen eleosomas.

MIRMECÓFILA/O: planta que alberga hormigas en sus órganos.

MONADELFO: androceo cuyos estambres se sueldan en un solo grupo.

MONILIFORME: segmentos más o menos redondeados y superpuestos, dispuestos a modo de cuentas de un collar.

MONO: uno. Sinónimo de UNI.

MONOCARPELAR: ovario formado por un solo carpelo.

MONOCÁRPICA: planta que florece y fructifica una sola vez, muriendo luego.

MONOCASIO: inflorescencia cimosa en la cual debajo de la flor terminal nace una sola ramificación.

MONOCÍCLICA: con un solo ciclo.

MONOCLADO: caracteriza aquellas ramificaciones de la parte media de las cañas de Bambúseas, que contienen un solo eje primario, no ramificado hacia la base.

MONOCLINA/O: sinónimo de hermafrodita; se opone a DICLINA/O.

MONOCOLPADO: grano de polen que presenta un solo colpo.

MONOICO/A: individuo o planta con flores diclinas, es decir con flores masculinas y femeninas en el mismo pie.

MONÓMERO: constituído por una sola parte. Se opone a POLÍMERO.

MONOPERIANTADA: que presenta un solo ciclo protector.

MONOSPERMO/A: con una sola semilla.

MONOTALÁMICO: fruto derivado de una sola flor.

MONOTECA: antera con una sola teca.

MONOTÍPICO: que tiene únicamente un tipo, el género monotípico indica que tiene una sola especie.

MUCRÓN: punta corta, más o menos aguda y rígida, en el extremo de un órgano.

MUCRONULADA/O: con un mucrón diminuto.

MULTI: prefijo latino que significa mucho; por ejemplo multiflora, con muchas flores. Ver PLURI.

MULTICAULE: con muchos tallos o cañas, es decir muy macollada.

MULTINODALES: con muchos nudos, refiriéndose a las cañas. Se opone a PAUCINODALES.

MULTINODES: multinodales.

MULTIYUGO: con muchos pares de folíolos.

MURICADO/A: aplícase a los órganos cubiertos de espinas o aguijones.

MÚTICO/A: se aplica a los órganos desprovistos de mucrón o arista.

MUTUALISMO: asociación entre dos organismos con beneficio mutuo.

NANOFANERÓFITA/O: fanerófita ramificada desde la base, con las yemas de renuevo entre 25 cm y 2 m de altura.

NAPIFORME: raíz muy gruesa, similar a un nabo.

NATIVA: planta originaria del lugar.

NATURALIZADA/O: planta no nativa que se ha asentado en un área. Aplícase a la planta que, no siendo nativa de un país, vive en él y se propaga como si fuera autóctona.

NAVICULAR: dícese de cualquier órgano vegetal en forma de bote o barquito.

NÉCTAR: líquido azucarado segregado por los nectarios.

NECTARIO: glándula que secreta néctar, ubicada generalmente en la flor, pero también fuera de ella.

NERVADO: con nervios.

NERVADURA: conjunto y disposición de los nervios de una hoja.

NERVIO: hacecillo vascular de una hoja.

NEUTRA/O: dícese de la flor asexuada, que no tiene sexo, es decir sin androceo ni gineceo. En gramíneas es usual antecio neutro.

NOMOFILO: hoja normal.

NUCELO: tejido diploide del óvulo en el cual se diferencia el saco embrionario.

NÚCULA: nuez pequeña.

NUCULANIO: fruto carnoso que contiene más de una núcula.

NUDO: engrosamiento de la caña donde se originan yemas, hojas, ramas, etcétera.

NUEZ: fruto monotalámico, seco, indehiscente, derivado de un ovario ínfero.

NULO/A: refiriéndose a un órgano, cuando éste falta.

NUTANTE péndulo, colgante, inclinado hacia abajo, generalmente aludiendo a las flores y a las inflorescencias.

OB: prefijo usado para dar al vocablo sentido inverso o invertido.

OBCÓNICO: que tiene forma de cono invertido.

OBCORDADO: con forma de corazón invertido.

OBLANCEOLADO/A: lanceolado pero con la parte más ancha en el tercio superior.

OBLONGO/A: más largo que ancho, alargado y con los bordes paralelos.

OBOVADO/A: de contorno ovado pero con la parte más ancha hacia el extremo.

OBOVOIDE: de forma ovoide, con la parte ensanchada hacia el ápice.

OBPIRAMIDAL: con forma de pirámide invertida.

OBPIRIFORME: en forma de pera invertida.
OBTUSA/O: hoja cuyos bordes forman en el ápice un ángulo obtuso.
ÓCREA: parte basal de las hojas de algunas plantas, que rodea al tallo en forma de cartucho generalmente membranoso, por encima de la inserción del pecíolo.
ONDEADO: ver ONDULADO.
ONDULADO: superficie que presenta ondas.
OOSFERA: gámeta femenina.
OP. CIT.: abreviatura del latín OPUS CITATUS, obra citada anteriormente.
OPÉRCULO: tapa que cierra algunos frutos.
OPOSIPÉTALO/A: que se ubica frente a los pétalos.
OPUESTA/O: aplícase a dos órganos insertos sobre un eje a un mismo nivel y sobre lados enfrentados. Hojas que nacen de a dos por nudo, enfrentadas.
ORBICULAR: circular, redondo.
ORNITÓFILO/a: planta cuya polinización es realizada por aves.
ORÓFILO/A: aplícase al vegetal que prefiere para vivir las localidades elevadas o montanas.
ORTÓSTICO: plano ideal que une en una misma rama a todas las hojas que están en una línea superpuesta.
ORTÓTORPO: óvulo recto, con el funículo, la cálaza y el micrópilo en una línea.
Óseo: con consistencia del hueso.
OSTÍOLO: abertura o poro que dejan entre sí las células de un estoma.
OVADO/A: se aplica a los órganos laminares con forma de huevo, con la parte más ancha hacia la base.
OVAL: cuando se trata de órganos laminares como hojas, etc., de figura de óvalo, es decir de elipse poco excéntrica.
OVARIO: órgano formado por uno o varios carpelos, contiene los óvulos.
OVOIDE: aplícase a órganos macizos de forma de huevo.
OVULÍFERO/a: que contiene óvulos.
ÓVULO: es una estructura compleja, portadora de la oosfera y otros núcleos haploides, responsables de la formación de la semilla. También se lo denomina rudimento seminal.
P. P.: pro parte, locución latina que significa EN PARTE.
PAJIZO: con la consistencia o el color de la paja.
PÁLEA: glumela superior, bicarenada o plana, generalmente envuelta por la lemma o glumela inferior. Escama o bractéolas que rodean total o parcialmente a las flores en algunos capítulos de compuestas.
PALEÁCEO: que presenta páleas.
PALMADO/A: con forma semejante a la de la mano abierta.

PALMATI: prefijo que indica que algo se dispone como los dedos de una mano, de modo divergente a partir de un punto.

PALMATICOMPUESTA: hoja compuesta con folíolos palmados.

PALMATILOBADA: hoja dividida hasta la mitad, con lóbulos marcados y dispuestos como los dedos de una mano.

PALMATINERVIO/A: con la nervadura arrancando de un mismo punto y divergiendo como los dedos de la mano.

PALMATISECTA: hoja palmada con divisiones que casi llegan al nervio.

PALUSTRE: planta con estructuras adaptativas en relación a suelos permanentemente inundados (pantanos, bañados, esteros, lagunas), emergiendo de la superficie del agua.

PANDURIFORME: con forma de guitarra.

PANÍCULA: inflorescencia racemosa, compuesta, racimo de racimos.

PANICULIFORME: que tiene forma de panoja.

PANOJA: es una inflorescencia compuesta, con un eje más o menos alargado, que lleva ramificaciones donde se insertan las espiguillas pediceladas. Las ramificaciones pueden ser alternas, verticiladas o semiverticiladas.

PAPILA: tricoma epidérmico con forma de dedo de guante corto y obtuso.

PAPILIONADA/O: corola dialipétala, zigomorfa, pentámera y prefloración vexilar; consta de estandarte o vexilo, dos alas laterales y la quilla que son dos pétalos soldados que envuelven la columna estaminal y el gineceo. Por su forma recuerda una mariposa y es característica de las leguminosas papilonáceas. También se suele denominar AMARIPOSADA.

PAPILOSO: cubierto de papilas, diminutas excrecencias cortas y obtusas que se forman en las células epidérmicas.

PAPIRÁCEO: de la consistencia y delgadez del papel.

PAPO: ver VILANO.

PAQUICAULE: tallo con mucho leño en relación a la médula y a la corteza. Se opone a LEPTOCAULE.

PARACOROLA: ver CORONA.

PARALELINERVIA: hoja con nervios paralelos entre si.

PARÁSITA/O: planta que vive a expensas de otra, llamada hospedante, de la cual vive tomando sus alimentos.

PARIETAL: cuando se ubica sobre las paredes de un órgano.

PARIPINNADA: hoja compuesta cuyo raquis termina en dos folíolos.

PARTENOGÉNESIS: es una forma de apomixis en la cual el embrión se origina del la oosfera sin fecundación.

PARTIDA/O: no entera. Hoja con escotaduras profundas, muy dividida.

PAUCI: prefijo que indica poco o corto número.

PAUCIESPICULADA: inflorescencia con pocas espiguillas.
PAUCIFLORA/O: con pocas flores.
PAUCINODALES: cañas con pocos nudos.
PAUCINODES: ver paucinodales.
PAUCIOVULADO: con pocos óvulos.
PAUCISEMINADO/A: con pocas semillas.
PECIOLADA: hoja que presenta pecíolo.
PECÍOLO: parte de la hoja que une la lámina con el tallo.
PECIÓLULO: pie corto que inserta cada folíolo al raquis en una hoja compuesta.
PECTINADO: aplícase al órgano con divisiones paralelas o con pelos o cilios dispuestos en hilera, como los dientes de un peine. PECTINIFORME.
PEDADA: hoja o fronde dividida, con nervios que nacen desde un nervio transversal.
PEDICELADO/a: que tiene pedicelo.
PEDICELO: eje que sostiene cada una de las flores de una inflorescencia. En las gramíneas el eje que soporta la espiguilla
PEDÚNCULO: eje que sostiene una flor solitaria o una inflorescencia.
PELO: tricomas epidérmicos alargados uni o pluricelulares, simples o ramificados.
PELTADA/O: hoja en la que el pecíolo o pie se inserta en el centro. Organo con forma de paraguas.
PÉNDULO: colgante.
PENICILADO: que termina en un mechón de pelos en forma de pincelito.
PENNINERVIA: ver PINNATINERVIA.
PENTACÍCLICA: flor con cinco ciclos o con cuatro ciclos pero con los estambres oposipétalos.
PENTALOBADO/A: que está dividido en cinco lóbulos.
PENTÁMERA/O: ciclo floral formado por cinco piezas.
PEPÓNIDA: fruto carnoso, indehiscente, originado de una flor de ovario ínfero, con cáscara dura y con la placenta muy desarrollada.
PERENNE: planta u órgano que vive más de dos años; se opone a anual y bienal. Vegetal cuyo ciclo vegetativo se extiende más de dos años.
PERENNIFOLIA/O: son plantas leñosas que mantienen sus hojas las cuatro estaciones, se mantienen verdes todo el año.
PERFECTA: se utiliza para designar una flor hermafrodita.
PERIANTO: envoltura floral, formada por cáliz y corola.
PERICARPIO: ver PERICARPO.
PERICARPO: parte del fruto que rodea a la o las semillas compuesto por epicarpo, mesocarpo y endocarpo.

PERÍGINA: flor con el receptáculo acopado de manera que el perianto y los estambres rodean al ovario.

PERIGONIO: envoltura floral donde no se puede diferenciar cáliz de corola, es decir, las piezas de la envoltura floral en dos ciclos son todas iguales en forma, color, etc. y se denominan tépalos.

PERISPERMA: es el tejido nutricio de la semilla de origen nucelar, o sea, es diploide.

PERISPERMADA: que tiene perisperma.

PERSISTENTE: órgano que se conserva en su sitio luego de maduro; no es caedizo.

PERSONADA: corola gamopétala, bilabiada pero con una abolladura en el labio inferior que cierra la garganta corolina.

PÉRULA: conjunto de brácteas llamadas tegmentos, que protegen la yema en estado de vida latente.

PESTAÑOSO: con el margen con cerdas cortas y apretadas.

PÉTALO: cada pieza de la corola.

PETALODIA: transformación de los estambres en pétalos.

PETALOIDE: con forma de pétalo.

PIE: en el antecio de *Nassella*, *Piptochaetium*, etc., sinónimo de callo o antopodio, normalmente agudo y piloso.

PILORRIZA: ver cofia.

PILOSA/O: con pelos.

PIMPOLLO: es una flor por abrir, o sea, un botón floral.

PINNA: cada folíolo de una hoja pinnada.

PINNADA: con folíolos o pinnas dispuestos a cada lado de un eje o raquis, como las barbas de una pluma.

PINNATI: prefijo que indica que se dispone en forma pinnada.

PINNATÍFIDA: hoja dividida en forma pinnada, sin llegar a la mitad de la distancia entre el borde y el nervio medio.

PINNATINERVIA: hoja con nervios que se disponen de forma pinnada.

PINNATISECTA: hoja pinnada con divisiones que llegan al nervio medio.

PÍNNULA: cada segmento de una pinna.

PIRENA: se utiliza como sinónimo de clusa.

PIRIFORME: con forma de pera.

PISTILADA: flores que contienen solamente pistilo como ciclo reproductor, es decir, son las flores femeninas.

PISTILO: órgano femenino de la flor formado por ovario, estilo y estigma. Es sinónimo de gineceo.

PISTILODIO: pistilo rudimentario en una flor masculina.

PIVOTANTE: raíz en la que el eje principal se halla mucho más desarrollado que sus ramificaciones.

PIXIDIO: cápsula con dehiscencia transversal.
PLACENTA: parte interna del ovario donde se insertan los óvulos.
PLACENTACIÓN: forma de disposición de los óvulos en el ovario. Puede ser:

PLACENTACIÓN AXIAL: los óvulos se ubican en el centro de un eje formado por la unión de los carpelos, en un ovario plurilocular.

PLACENTACIÓN BASAL: el o los óvulos se ubican en la base del ovario unilocular.

PLACENTACIÓN CENTRAL: los óvulos se ubican en el centro de un ovario unilocular sobre un eje que nace desde la base del ovario.

PLACENTACIÓN MARGINAL: en los ovarios unicarpelares o dialicarpelares cuando los óvulos se ubican en el margen de la hoja carpelar. Es equivalente a la placentación axial.

PLACENTACIÓN PARIETAL: en los ovarios bi-pluricarpelares pero uniloculares, cuando los óvulos se ubican en los márgenes de los carpelos.

PLÁNTULA: plantita recién nacida, originada por el embrión como consecuencia de la germinación.
PLASMOGAMIA: unión de citoplasmas y de las gámetas.
PLEGADA: hoja doblada sobre su nervio medio.
PLEIOCASIO: ver PLEOCASIO.
PLEIOCLADO: caracteriza aquellas ramificaciones de la parte media de las cañas de las Bambúseas, que contienen más de un eje primario independiente.
PLEOCASIO: inflorescencia cimosa en la que, debajo de la flor terminal, nacen tres o mas ramas laterales.
PLUMOSO: con aspecto de pluma o plumón.
PLÚMULA: yema apical del embrión.
PLURI: prefijo que indica más, mayor número. Se emplea en distintos términos botánicos para dar idea de mayor cantidad.
PLURIENAL: planta que tarda varios años en florecer.
PLURIESPICULADA: con muchas espiguillas.
PLURIFLORA/O: con muchas flores o antecios. Lo contrario de UNIFLORA.
PLURIFOLÍCULO: fruto formado por más de un folículo originado de un gineceo dialicarpelar.
PLURILOCULAR: con varias cavidades o lóculos.
PLURINERVIO: con muchos nervios.
PLURINODALES: cañas con muchos nudos.
PLURINODES: plurinodales.
PLURISEMINADO: fruto con varias semillas.
POLEN: pequeños granos producidos en los sacos polínicos, que contienen las gámetas masculinas.
POLIADELFO: androceo cuyos estambres están soldados en varios grupos.

POLIAQUENIO: fruto seco, esquizocárpico, pluricarpelar, donde cada carpelo a la madurez se separa llevando generalmente una semilla

POLICÁRPICA/O: planta o árbol perenne que florece y fructifica todos los años.

POLICÍCLICA: con muchos ciclos.

POLIEMBRIONÍA: fenómeno de algunas semillas que contiene más de un embrión.

POLIFOLÍCULO: ver PLURIFOLÍCULO.

POLÍGAMA: planta que presenta flores hermafroditas y unisexuales.

POLÍMERO: constituído por varias partes. Se opone a MONÓMERO.

POLIMORFO: con muchas formas.

POLÍNIO: es el conjunto o masa de granos de polen de una teca que se traslada como una unidad de polinización. Generalmente lleva una o dos caudículas y un retináculo.

POLINIZACIÓN: es el traslado del grano de polen desde la antera hasta el estigma.

POLISPERMO/A: con muchas semillas.

POLISTÉMONO/A: con muchos estambres.

POLITALÁMICO: fruto derivado de varias flores.

POMO: fruto derivado de una flor con ovario ínfero, cuyo receptáculo forma el clamidocarpo carnoso a la madurez.

PORICIDA: que se abre mediante poros.

POROGAMIA: entrada del tubo polínico a través del micrópilo del óvulo.

POSTRADO/A: se aplica a los tallos cuando están tendidos en el suelo.

PRATENSE: perteneciente o relativo al prado; plantas pratenses.

PREFLORACIÓN: disposición de las piezas florales en una yema reproductiva o botón floral.

PREFOLIACIÓN: disposición de las hojas en una yema. Si se analiza la disposición de cada hoja independientemente de las demás se llama VERNACIÓN; si se relacionan las hojas entre sí, se llama ESTIVACIÓN.

PRIMORDIO: estados rudimentarios de un órgano que empieza a formarse.

PROCUMBENTE: apoyante.

PROFILO/S: primera o primeras hojas de una macolla o ramificación, generalmente modificada.

PROTALADA: semilla con tejido nutricio haploide denominado protalo.

PROTÁLICO/A: propio del protalo.

PROTALO: tejido haploide que corresponde al gametófito. En las gimnospermas el protalo femenino desarrolla las reservas de la semilla, que se denominan protaladas.

PROTÁNDRICA: ver PROTERÁNDRICA.

Proterándrica: dícese de la planta o de la flor, cuando el androceo alcanza su madurez sexual antes que el gineceo.
Proteranta/o: plantas caducifolias que florecen antes de la foliación.
Proterógina: dícese de la planta, de la flor, cuando el gineceo alcanza su madurez sexual antes de que los estambres tengan el polen formado y por consiguiente apto para la polinización.
Protógina: ver proterógina.
Pruína: revestimiento céreo de la cutícula de hojas, tallos, frutos, etc. que le da aspecto glauco.
Pruinoso: cubierto por un polvillo de aspecto ceroso.
Psamófila: planta que vive en suelos arenosos.
Pseudanto: inflorescencia que parece una flor.
Pseudo: prefijo que significa falso.
Pseudorracimo: inflorescencia que parece un racimo, sin serlo,
Pubérula/o: ligeramente pubescente o con pelitos muy finos, cortos y escasos.
Pubescente: órgano cubierto de pelos finos y suaves.
Pulvinada/o: con forma de cojín.
Pulvino: cuerpo abultado con función motriz que se encuentra en la base del pecíolo, de los peciólulos y en ciertos pedúnculos florales.
Pulvínulo nodal: engrosamiento a nivel del nudo de la caña de las gramíneas.
Pulvínulo vaginal: engrosamiento de la vaina a nivel del nudo.
Punctiforme: como un punto, en forma de punto.
Punzante: que pincha.
Quilla: cualquier parte de un órgano que se parezca a la quilla de un barco.
Racemoso/a: relativo al racimo.
Racimo: inflorescencia con un eje principal de crecimiento indefinido, del que brotan flores acropetamente.
Racimoso/a: ver racemoso.
Radiado: el capítulo de las Compuestas cuando poseen flores marginales liguladas a modo de radios.
Radical: que pertenece o se origina en la raíz.
Radicante: aplícase al tallo tendido o apoyado sobre la tierra, que desarrolla raíces en los nudos.
Radícula: eje del embrión que originará la raíz.
Radicular: que se origina en la radícula.
Rafe: resalto que aparece en muchas semillas que proviene de la soldadura del funículo con el óvulo, cuando es anátropo o campilótropo. Es mayor en los óvulos anátropos.

RAÍZ: órgano subterráneo que crece en dirección inversa a la del tallo, con funciones principales de absorción y anclaje.

RAMA: eje secundario de un tallo.

RAMIFICACIÓN: disposición de las ramas sobre el tallo.

RAMOSA/O: muy ramificado.

RAQUILLA: en la espiguilla de las gramíneas es el eje articulado que sostiene las flores.

RAQUIS: eje del que nacen los folíolos de una hoja compuesta o las flores de una inflorescencia.'

RASTRERA/O: planta de tallos tendidos que crece apoyándose en el suelo, radicando o no.

RECEPTÁCULO: dilatación del pedúnculo donde nacen piezas florales o flores.

RECLINADO/A: inclinado hacia atrás.

RECTINERVIO/A: con nervios rectos o casi rectos.

RECURVADO/A: curvado hacia afuera. Aplicado a las hojas cuando ellas se encorvan hacia la base del tallo.

RECURVO: curvado hacia afuera.

REFLEXA/O: dícese de las hojas, brácteas, etc., dirigidas hacia afuera del órgano en que se insertan y hacia la base del eje.

RÉGIMEN: espádice ramificado de las palmeras.

RENIFORME: en forma de riñón.

REPLO: falso tabique del fruto de las Crucíferas.

RESINA: sustancia viscosa secretada por la corteza y hojas de ciertas plantas.

RESINOSO/A: que produce resina.

RESUPINADO/A: invertido por la torsión del pedúnculo.

RETAMOIDE: con aspecto de retama, o sea, con tallos fotosintetizadores y áfilos o casi áfilos.

RETICULADO/A: con nervios o líneas formando una red.

RETINÁCULO: apéndice adherente de los polinios.

RETINERVIA: hoja con los nervios dispuestos como una red.

RETRORSO/A: órgano o apéndice dirigido hacia atrás, es decir hacia la base del órgano soporte.

RETUSO: con ápice truncado y ligeramente escotado.

REVOLUTO/A: se dice de las hojas que se encorvan por sus bordes hacia el envés o cara externa de la misma.

RÍGIDO: duro, que no puede doblarse sin romperse.

RIMOSO/A: que resquebraduras o grietas.

RIZOMA: tallo sin clorofila, en general subterráneo y horizontal.

RIZOMATOSO/A: que tiene rizomas.

Rómbico: con forma de rombo.
Romboidal: similar a un rombo.
Romo: con el ápice redondeado
Roseta: se aplica a las hojas muy aproximadas entre sí, dispuestas como los pétalos de una rosa (hábito rosulado).
Rostelo: apéndice del ginostemo en las orquídeas.
Rostrado/a: provisto de una punta a modo de pico.
Rostro: prolongación en forma de pico.
Rosulado/a: que tiene las hojas dispuestas en roseta.
Rotácea: corola gamopétala, de tubo muy corto y limbo extendido, que perece una rueda.
Ruderal: planta que crece entre escombros, ruinas y sitios urbanizados.
Rufescente: con el color de la canela.
Rugoso: órgano con la superficie arrugada.
Runcinado: partido en lóbulos profundos, arqueados hacia la base.
Sagitada/o: con forma de punta de flecha.
Salvaje: ver silvestre.
Sámara: aquenio con una expansión membranácea en forma de ala.
Samaroide: con forma de sámara.
Samófila: ver psamófila.
Sarmentoso: con ramas leñosas, flexibles, que puede apoyarse y trepar.
Sarmiento: tallo flexible de la vid con internodios largos.
Secreción: producto del metabolismo vegetal sin empleo ulterior en los procesos vitales.
Secretor: que secreta, o sea, que acumula o vierte secreciones.
Sectado/a: profundamente dividido.
Seda: hebra fina, flexible y resistente.
Segmento: cada parte en que se divide una hoja sectada.
Semi: prefijo latino que significa la mitad, algo que se realiza a medias o expresa la mitad de un órgano por ejemplo semilámina.
Semilla: óvulo fecundado que contiene al embrión y sustancias de reserva. Es el embrión en estado latente, con las reservas y tegumentos de protección.
Seminal: relativo a la semilla.
Sépalo: cada pieza del cáliz.
Sepaloide: con aspecto de sépalo.
Septado: tabicado, con septos o tabiques.
Seríceo/a: con pelos finos, cortos y aplicados a la superficie del órgano, con cierto brillo como la seda.
Serrado: borde con dientes agudos e inclinados hacia la base como los dientes de una sierra.

SÉSIL: el órgano que carece de pie o soporte.
SETA: en las gramíneas apéndice tieso y largo.
SETÁCEO/O: parecido a una seta o cerda.
SEUDO: ver PSEUDO.
SICONO: receptáculo hueco donde se hallan las flores y luego los frutos parciales, como los higos.
SIFONÓGAMO/A: plantas en las cuales los anterozoides llegan hasta el óvulo conducidos por el tubo polínico.
SILICUA: cápsula mas larga que ancha, bicarpelar, pluriseminada, dehiscente, con semillas adheridas al tabique.
SILICUIFORME: con forma de silicua.
SILÍCULA: como una silicua, pero tan ancha como larga.
SILVESTRE: planta que se propaga espontáneamente.
SIMPLE: hoja no dividida en folíolos.
SIMPÓDICA/O: ver CIMA.
SINANGIOS: conjunto de esporangios unidos en un solo cuerpo.
SINCÁRPICO: ver gamocarpelar.
SINUADO: con senos, de borde sinuoso.
SORO: conjunto de esporangios.
SOROSIO: fruto compuesto por numerosas drupas reunidas sobre un receptáculo común.
SUB: prefijo latino empleado frecuentemente en Botánica para atenuar, rebajar o reducir el significado del adjetivo al que se prepone.
SUBAPICAL: que se origina cerca del ápice.
SUBARBUSTO: planta leñosa en la base, con la parte superior herbácea.
SUBEROSO: de la consistencia del corcho.
SUBFAMILIA: categoría taxonómica inferior a la familia y superior al género; los nombres de las subfamilias terminan en OIDEAE.
SUBSÉSIL: casi sésil, con pecíolo, pedúnculo o pedicelo muy corto.
SÚBULA: fragmento apical de la arista a partir del genículo o codo.
SUBULADO/A: estrechado hacia el ápice y terminado en punta fina; alesnado.
SUCULENTO: órgano carnoso y grueso.
SUFRÚTICE: ver SUBARBUSTO.
SUFRUTICOSO: con aspecto de SUFRÚTICE.
SULCADO/A: que presenta surcos.
SÚPERO: ovario que se ubica por encima de las piezas florales.
SURCADO/A: ver sulcado.
SUTURA: zona o línea de unión.
TABICADO: dividido por tabique.
TÁLAMO: porción axial sobre la cual se asientan los ciclos florales.

TALLO: eje que lleva hojas y ramas.
TALO: cuerpo vegetativo sin diferenciación de tejidos, propio de los talófitos.
TECA: cada una de las dos mitades de la antera con dos sacos polínicos.
TEGMEN: tegumento interior de la semilla.
TEGMENTO: cada una de las escamas que forman la pérula.
TEGUMENTO: cubierta o envoltura.
TENAZ: que no se deshace en artículos.
TENDIDO: tallo rastrero que arraiga.
TÉPALO: cada pieza del perigonio.
TERETE: redondeado, cilíndrico.
TERMINAL: en el ápice de un órgano.
TERNADO/A: órganos dispuestos de a tres en el mismo verticilo.
TERÓFITO/A: planta o vegetal que pasa el período desfavorable en estado de semilla.
TESELADO: en las hojas de ciertas gramíneas la disposición de los nervios en forma reticulada a modo de tablero de ajedrez.
TESTA: tegumento exterior de la semilla.
TETRA: prefijo que significa cuatro.
TETRACÍCLICA: flor con cuatro ciclos y estambres alternipétalos.
TETRADÍNAMO: androceo con dos estambres más cortos en el ciclo exterior y cuatro estambres más largos en el interior.
TETRÁGONO: con cuatro ángulos.
TETRÁMERO/A: flor o ciclo floral con cuatro piezas.
TETRAQUENIO: fruto seco, bicarpelar, formado por cuatro aquenios.
TIRSO: racimo de cimas.
TOMENTO: conjunto de pelos, generalmente entrelazados y muy juntos y densos.
TOMENTOSO: con tomento
TORULOSO: alargado, con ceñiduras.
TRÁQUEA: elemento conductor del xilema constituído por células muertas a la madurez (elementos de los vasos), dispuestas en fila y con las paredes generalmente lignificadas.
TRAQUEIDA: elemento conductor del xilema, unicelular, con paredes lignificadas, que se comunican entre sí mediante punteaduras areoladas o simples.
TREPADOR: vegetal que para mantenerse erguido se encarama a un soporte.
TRI: prefijo que significa tres.
TRÍADE: grupo de tres espiguillas en la inflorescencia de Hordeum.
TRIARISTADA: con tres aristas.
TRICOCO: fruto que presenta tres cocos o núculas.

TRICOLPADO: grano de polen que presenta tres colpos.

TRICOMA: formación epidérmica que resalta en la superficie de los órganos vegetales.

TRÍFIDO: dividido en tres.

TRIFOLIOLADO/A: con tres folíolos.

TRÍGONO: con tres ángulos.

TRILOBA: con tres lóbulos o puntas.

TRÍMERO: con tres partes.

TRIQUETRA/O: con tres ángulos o cantos.

TRÍSTICO: dispuesto en tres hileras o carreras.

TROFOFILO: hoja no reproductora, destinada a la asimilación.

TRUNCADO: aplícase a los órganos que terminan en un borde o plano transversal, como cortados.

TUBERCULADO: cubierto de granulaciones como tubérculos.

TUBÉRCULO: tallo corto y grueso, reservante, subterráneo, cuyas yemas (ojos) están protegidas por catafilos muy tenues.

TUBERIFORME: en forma de tubérculo.

TUBEROSO: ver TUBERIFORME.

TUBO CRIBOSO: elemento de conducción pluricelular, formado por células vivas, alargadas, conductor de la savia elaborada.

TUBO: parte alargada de una corola gamopétala.

TUBULOSA: cilíndrica; flor de los capítulos de las compuestas, generalmente centrales.

TUNICADO: con túnicas o envolturas.

TURBINADO: en forma de trompo o sea de cono alargado invertido.

UMBELA: inflorescencia racemosa con flores con pedicelos de igual largo, que parten del extremo del raquis.

UMBELIFORME: con forma similar a una umbela.

UMBÉLULA: cada una de las umbelas parciales de una umbela compuesta.

UMBÓN: prominencia mamiliforme ubicada en el centro de un órgano plano, escuteliforme.

UÑA: la porción estrecha del pétalo mediante la cual se inserta en el receptáculo.

UNCINADA/O: con forma de gancho o garfio.

UNGUICULADA/O: provisto de uña.

UNI: prefijo que significa uno. También se emplea MONO.

UNICARPELAR: gineceo formado por un solo carpelo.

UNIFLORA: con una sola flor o antecio.

UNILATERAL: se dice de la inflorescencia cuyas espiguillas se desarrollan de un solo lado del eje.

UNILOCULAR: que presenta una sola cavidad o lóculo.

UNINERVIO/A: con un solo nervio.
UNIOVULADO: con un solo óvulo.
UNÍPARA: cima en la que uno de los ejes aborta.
UNISEMINADO: con una sola semilla.
UNISERIADO: dispuesto en una sola serie.
UNISEXUAL: se aplica a la flor que tiene un solo sexo, estambres o pistilo solamente.
UNIYUGA: hoja compuesta formada por un par de folíolos.
URCEOLADA/O: con forma de urna.
URTICANTE: que produce urticaria.
UTRÍCULO: fruto monocárpico, seco, dehiscente, uniseminado, con pericarpo membranáceo, tenue y frágil que se abre irregularmente.
VAINA: parte basal de algunas hojas que abraza total o parcialmente el tallo.
VALVA: cada una de las divisiones profundas de algunos frutos.
VALVAR: prefloración en la cual las piezas del ciclo se tocan por sus márgenes. Dehiscencia de la antera mediante una ventana o poro.
VAR.: abreviatura de variedad.
VASCULAR: referido a vaso.
VASO: ver TRÁQUEA.
VEGETATIVO: que realiza cualquier función vital, excepto la reproductora.
VELLOSO/A: las plantas u órganos que tienen vello o pelo no demasiado fino.
VELLUDO: que tiene mucho vello.
VELUTINO: finamente aterciopelado.
VENA: se utiliza como sinónimo de nervio, especialmente se es el central o suficientemente grueso.
VENACIÓN: ver NERVADURA.
VENTRAL: cara opuesta al dorso.
VENTRICOSO: hinchado a modo de vientre.
VENTRUDO: ver VENTRICOSO.
VERNACIÓN: ver PREFOLIACIÓN.
VERRUCOSO: cubierto de verrugas.
VERSÁTIL: antera fija al filamento por una porción muy delgada de manera que tiene movimientos oscilatorios.
VERTICILADOS: los órganos insertos en número de tres o más, alrededor de un eje y al mismo nivel.
VERTICILASTRO: cimas contraídas y enfrentadas, que parecen un verticilo.
VERTICILO: más de dos órganos que nacen de un mismo punto.
VESTIDO/A: en la cariopsis de gramíneas, cuando cae o se trilla cubierta por las glumelas.

VEXILAR: prefloración en la que el vexilo recubre a las alas y estas a la quilla.
VEXILO: pétalo central y mayor en una corola papilionada. También se dice ESTANDARTE.
VILANO: sedas, pelos, escamas, aristas, etc. que persisten en los aquenios de las compuestas.
VILLOSO/A: ver VELLOSO.
VITELINO: del color de la yema del huevo.
VÍTREO: con el aspecto del vidrio.
VIVAZ: planta perenne que renueva anualmente su parte aérea.
VOLUBLE: que se enrosca en otro cuerpo.
XENOGAMIA: fecundación con polen de otro pie.
XENÓGAMO/A: que presenta xenogamia.
XERÓFILA: las plantas que viven en medios secos.
XEROMORFA: se aplica a las plantas que por su morfología o por su estructura están adaptadas a la sequía.
XILEMA: tejido complejo, conductor de la savia bruta, formado por tráqueas/o traqueidas, parénquima y fibras. Sinónimo de LEÑO.
YEMA: ápice meristemático protegido por la pérula.
YUGADO/A: que se dispone de a pares sobre un eje.
YUGO: cada par de segmentos de una hoja compuesta.
ZARCILLO: órgano generalmente filamentoso, que se enrosca en un soporte, permitiendo que la planta trepe.
ZIGOMORFA: corola o flor con un solo plano de simetría, o sea, con simetría bilateral.
ZIGOTO: célula resultante de la unión de las dos gámetas. Es la célula inicial del embrión en los embriófitos.
ZOOCORA/O: se aplica a las plantas cuyas semillas son diseminadas por animales.
ZOÓFILA/O: se aplica a las plantas cuyo polen es transportado por insectos o cuyas semillas son diseminadas por animales

BIBLIOGRAFÍA

Arbo, M.M. &.Tressens, S.G. (Eds.). (2002). *Flora del Iberá*. Corrientes. EUDENE.

Bell, A. (1991). Plant Form. An Illustrated Guide to Flowering Plant Morphology. Oxford Univ. Press.

Benson, L. (1957). *Plant classification*. Boston. D. C. Heath and Company.

Bianco, C.A., Kraus, T.A. & Nuñez, C.O. (2002). Botánica Agrícola. Río Cuarto Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto.

Boelcke, O & Vizinis, A. (1987). *Plantas Vasculares de la Argentina, nativas y exóticas. Ilustraciones*. Vol. II. Bs. As. Editorial Hemisferio Sur, S. A.

Burkart, R., N. Bárbaro, R.O. Sánchez y D.A. Gómez (1999). *Ecorregiones de Argentina*. Bs. As. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable-ANP.

Cabrera, A.L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14 (1-2).

Cavalier-Smith, T. (1998). A revised six-kingdom system of life. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*.73 (3): 203-266.

Cocucci, A.E. (1969). El proceso sexual en Angiospermas. *Kurtziana* 5: 407-423.

Cronquist, A. (1978). *Botánica Básica*. México DF. Ed. C.E.C.S.A.

Esau, K. (1982). *Anatomía de las plantas con semilla*. 2a. ed. Bs.As. Hemisferio Sur.

Esau, K. (1959). *Anatomía vegetal*. Barcelona. Ediciones Omega, S. A.

Fahn, A. (1974). *Anatomía Vegetal*. Madrid. H. Blume Ediciones. Ilustrado.

Font Quer, P. (1953). *Diccionario de Botánica*. Barcelona. Ed. Labor.

Font Quer, P. (1958). *Botánica Pintoresca*. Barcelona. Ed. Ramón Sopena S.A.

Font Quer, P. (1979). *Iniciación a la Botánica*. *Morfología externa*. Edición actualizada por Oriol de Bolòs. Barcelona. Editorial Fontalba, S.A.

Foster, A. S. & Gifford, E.M. (1974). *Comparative Morphology of Vascular Plants*. 2ª. Ed. W.H.Freeman. San Francisco.

Gola, G., Negri, G. & Cappelletti, C. (1961). *Tratado de Botánica*. Buenos Aires. Ed. Labor, S.A.

Greulach, V.A. & Adams, J.E. (1962). *Plants. An introduction to modern botany*. 3rd. ed. New York. John Wiley & Sons.

Hayward, H.E. (1953). *Estructura de las plantas útiles*. Buenos Aires. Ed. ACME S.A.

Hickey, L.J. (1974). Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 16(1-2): 1-26.

Margulis, L. (1970). *Origin of Eukaryotic Cells*. New Haven (Connecticut): Yale University Press.

Martínez Carretero, E. (2004). La Provincia fitogeográfica de la Payunia. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 39 (3-4):195-226.

Morello, J., S. D. Matteucci, A. F. Rodríguez y M. Silva (2012). *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*. 1ª ed. Bs. As. Orientación Gráfica Editora..

Nultsch, W. (1966). *Botánica General*. Colombia. Ed. Norma.

Parodi, L.R. (1972). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2a. ed. ampliada y actualizada bajo la dirección de M.J. Dimitri. 2 Tomos. Bs. As. Ed. ACME.

Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S. E. (1991). *Biología de las Plantas*. 2 tomos. Traducción de la 4a. ed. Barcelona-Bogotá-Bs.As. Editorial Reverté S.A.

Robbins, W.W., Weier, T.E & Stocking, C.R. (1957). *Botany, An introduction to plant science*. New York. John Wiley & Sons Inc.

Rúa, G.H. (1999). *Inflorescencias: bases teóricas para su análisis*. Buenos Aires. Sociedad Argentina de Botánica.

Rúgolo de Agrasar, Z.E., Steibel, P.E. & Troiani, H.O. (2005). *Manual Ilustrado de las Gramíneas de la Provincia de La Pampa*. Santa Rosa. La Pampa. Ed. UNLPam y UNRC.

Sinnott, E.W. & Wilson, K.S. (1963). *Botánica: Principios y problemas*. México DF. Compañia Editora Continental.

Stocker, O. (1959). *Compendio de Botánica*. Bs. As. Ed. Labor S.A.

Strasburger, E. & col. (2004). *Tratado de Botánica*. Traducción de la 35 Ed. Alemana. Barcelona. Ed. Omega.

Strasburger, E. & col. (1994).*Tratado de Botánica*. 8a. ed. castellana. Barcelona. Ed. Omega.

Strasburger, E. & col. (1986). *Tratado de Botánica*, 7a. ed. española. Barcelona. Ed. Marín.

Valla, J.J. (1979). *Botánica. Morfología de las plantas superiores*. Bs. As. Ed. Hemisferio Sur S. A.

Whittaker, R. H. (1959). On the Broad Classification of Organisms. *The Quarterly Review of Biology* 34 (3): 210-226.

Wilson, C.L. & Loomis, W.E. (1957). *Botany*. New York. The Dryeden Press.

UNLPam
Universidad Nacional de La Pampa

Se imprimen 1000 ejemplares en la Imprenta
de la Universidad Nacional de La Pampa, dependiente
de la Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria.
Auxiliares de Imprenta: Danilo Hernández y Diego Mospruker

Santa Rosa, La Pampa, febrero de 2018

La trayectoria como docentes e investigadores de los autores del libro *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía* ha permitido, por un lado, la concreción de una obra que contempla todos los aspectos básicos y necesarios para abordar el estudio de las plantas con conceptos claros y actualizados y, por otro, un desarrollo de fácil lectura con diagramas y ejemplos clásicos, principalmente, locales.

La botánica es el estudio científico de las plantas, nos ayuda a entender por qué estas son tan importantes para el mundo y, sobre todo, a comprender la diversidad de estos organismos, sus aspectos morfológicos, su organografía, adaptaciones y particularidades reproductivas.

La obra proporciona elementos para interpretar la nomenclatura científica de las plantas y los sistemas de clasificación y ofrece un capítulo dedicado a las regiones fitogeográficas que se encuentran en el territorio argentino. Se complementa con un glosario de términos botánicos y una lista de la bibliografía consultada para su elaboración.

UNLPam
Universidad Nacional de La Pampa

REUN
RED DE EDITORIALES DE UNIVERSIDADES NACIONALES

ISBN 978-950-863-321-7
9 789508 633217